ACTA S CIENTIARUM FENNICÆ
TOM. XXXVI. N:o 3.

Untersuchungen über die vom

N. trigeminus innervierte Muskulatur der Selachier (Haie und Rochen)

unter Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu benachbarten Organen

von

ALEX. LUTHER.

BUREAU OF
AMERICAN ETHNOLOGY.
1910
LIBRARY.

Mit 5 Doppeltafeln und 23 Figuren im Text.

SMITHSONIAN INSTITUTION
7510
NOV 6 19
NATIONAL MUSEUM

HELSINGFORS, 1909.
DRUCKEREI DER FINNISCHEN LITERATURGESELLSCHAFT.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ
TOM. XXXVI. N:o 3.

Untersuchungen über die vom

N. trigeminus innervierte Muskulatur der Selachier (Haie und Rochen)

unter Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu benachbarten Organen

von

ALEX. LUTHER.

Mit 5 Doppeltafeln und 23 Figuren im Text.

Einleitung.

Bei den verschiedenen Klassen der Vertebraten können die Homologieen der vom Nervus Trigeminus versorgten Muskulatur bei weitem noch nicht als geklärt gelten. Während z. B. M. Fürbringer (1900 p. 599 Anm.) den M. levator palatoquadrati Tiesing (M. levator maxillæ superioris Vetter) der Selachier dem M. spheno-pterygo-quadratus der Reptilien [1] und dem M. tensor veli palatini des Menschen partiell homologisiert, leitet Drüner (1904 p. 281—282) den M. temporo-massetericus der Mammalier von dem erstgenannten Muskel der Selachier ab. Aehnliche Kontroversen begegnen einem auf Schritt und Tritt. Eine vergleichende Durcharbeitung der vom N.V innervierten Muskulatur muss deshalb erwünscht sein, und zwar um so mehr, als die erweiterte Kenntnis des bewegenden Apparats so wesentlicher Teile des Kopfes wie der Mund und die Kiefer es sind, auch mancherlei neue Gesichtspunkte inbezug auf die Morphologie angrenzender Teile des Kopfes erwarten lässt.

Vorläufige Untersuchungen an Sauropsiden und Amphibien überzeugten mich von der Notwendigkeit als Ausgangspunkt eine breitere Basis zu besitzen als sie die grundlegenden und geistreichen Untersuchungen Vetters (1874 und 1878) darboten. Vor allen Dingen war eine erneute Untersuchung derjenigen Gruppe unter den recenten Fischen, die den Stammeltern der Gnathostomen in so vielen Beziehungen am nächsten zu stehen scheint, — der Selachier, — von Nöten. Haben auch zahlreiche neuere Forscher unsere Kenntnisse über die vom N.V versorgte Muskulatur dieser Fische sehr wesentlich bereichert, — ich erwähne in erster Linie Sagemehl (1885), Tiesing (1896), Ridewood (1899), K. Fürbringer (1903) und Drüner (1903), — so existieren doch noch manche Kontroversen und in vielen Fällen lässt sich auf Grund der Litteratur-

[1] Vgl. auch Gegenbaur 1898 p. 625.

angaben nicht entscheiden welche Befunde an den Muskeln als die ursprünglichsten zu beurteilen sind. Dazu kommt, dass gerade die Notidaniden, welche auch mit Rücksicht auf den Kieferapparat von Gegenbaur (1872) und Anderen als die primitivsten betrachtet wurden, in der vom N.V innervierten Muskulatur Verhältnisse aufweisen, die, im Vergleich mit anderen Selachiern, unmöglich primitiv sein können (rudimentärer M. praeorbitalis [= Levator labii superioris Vetter], vom N. VII allein versorgter M. intermandibularis, d. h. Fehlen des C_1mv).

Aus diesen Gründen entschloss ich mich eine erneute Untersuchung der in Rede stehenden Muskulatur, — natürlich unter Berücksichtigung der Innervation, — vorzunehmen. Dabei erschien es mir geboten eine möglichst grosse Anzahl verschiedener Formen zu vergleichen, da es nur so möglich war den für die Art, Gattung oder Ordnung eigentümlichen Befund von dem für die Selachier überhaupt charakteristischen ursprünglichen Verhalten zu unterscheiden. Ferner konnten nur an einem reichhaltigen Material die vielfachen korrelativen Beziehungen der Kiefermuskulatur zu benachbarten Organen erschlossen werden, Beziehungen, deren Erkenntnis für die morphologische Deutung von grösster Wichtigkeit sein musste. Dass schliesslich ein Material, welches die Aufstellung zahlreicher morphologischer Serien ermöglichte, für die Erklärung der Einzelbefunde von hohem Wert war, liegt auf der Hand.

Obgleich die Kenntnis der Rochen für den Hauptzweck dieser Arbeit keine grössere Bedeutung besitzt [1], habe ich doch der Vollständigkeit halber auch einige Repräsentanten derselben in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Ich tat das um so eher, als ich einerseits in manchen Punkten die Deutungen Tiesings (1896) nicht akzeptieren kann, andererseits ein wertvolles Material von z. T. nicht früher untersuchten Formen zu meiner Verfügung stand.

Dagegen wurde, um das Erscheinen dieser Arbeit nicht noch länger hinauszuschieben, von einer Bearbeitung der Holocephalen abgesehen. Auf jeden Vergleich mit dieser Gruppe wie mit den übrigen Vertebraten habe ich vorläufig verzichtet, da es meine Absicht ist in einer folgenden Publikation diesen Gegenstand zu behandeln.

Die V-Muskulatur weist bei den Selachiern höchst bedeutende Verschiedenheiten bei unverkennbar gleichartigem Grundtypus auf. Sie bildet deshalb eine ausgezeichnete Illustration zur Lehre von den Muskelwanderungen (vgl. z. B. den M. c_1d und seine Derivate, ferner den M. praeorbitalis), wie sie vor Allem von M. Fürbringer in

---

[1] Die von ontogenetischer Seite in die Welt gesetzte Anschauung, dass die Rochen, speziell *Torpedo*, hinsichtlich des Kopfes einen primitiveren Typus repräsentieren sollten als die Haie, kann wohl heute als definitiv überwunden gelten.

seinen monumentalen Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel (1888, p. 947—972) dargelegt wurde.

Innerhalb verschiedener Familien und Ordnungen neigt bald der eine Muskel, bald der andere, auffallend zur Variation, knüpft neue Beziehungen an und gewinnt neue Gestalten, deren Entwicklung sich oft von Gattung zu Gattung oder von Art zu Art verfolgen lässt, während andere Muskeln im Wesentlichen unverändert bleiben (vgl. z. B. den $C_1 d$ bei Scylliorhiniden und Carchariiden, den Add. γ bei den Squaliden). In anderen Fällen wirken Veränderungen, die den ganzen Kieferapparat betreffen, stark modifizierend auf die gesammte Kiefermuskulatur ein (z. B. *Heterodontus,* Rochen). Diese wechselnden Befunde lassen sich in vielen Fällen für die Erschliessung der verwandschaftlichen Baziehungen der Formen untereinander verwerten. Selbstverständlich werden sie aber, wie jedes einzelne Merkmal, stets der Kontrolle durch möglichst zahlreiche, dem gesammten übrigen Organismus entnommene morphologische Charaktere, ferner durch die Palaeontologie und die Ontogenie bedürfen. Einige phylogenetische Spekulationen, die sich während der Arbeit aufdrängten, habe ich im speziellen Teil für die einzelnen Ordnungen zusammengestellt. Sie stimmen in den Hauptzügen mit den bisherigen Anschauungen auf systematischem Gebiet überein. Eine ausgedehntere Kontrolle der Richtigkeit dieser Auffassungen kann erst die Zukunft liefern. Trotz der an Spezialuntersuchungen so überaus reichhaltigen Litteratur über die Selachier, schenken nur auffallend wenige morphologische Arbeiten den verwandschaftlichen Beziehungen innerhalb dieser Unterklasse eingehendere Berücksichtigung.

Vorliegende Arbeit zerfällt in einen allgemeinen und einen speziellen Teil. In ersterem soll jeder Muskel und Nerv für sich durch die ganze Reihe der untersuchten Formen behandelt werden. Daran schliessen sich Erörterungen über die V-Muskulatur als Ganzes, ihre Homodynamie mit der Muskulatur der folgenden Visceralbogen, über das Postorbitalgelenk, sowie über die Verschiebungen des Kieferapparates und seine Beziehungen zur Gestalt des Kopfes und der Lebensweise. — Der spezielle Teil behandelt rein deskriptiv jede Art für sich. Er bildet gewissermassen ein Register für den allgemeinen Teil, indem auf alle diejenigen Stellen verwiesen wird, wo in dem letzteren die betreffende Art erwähnt wurde. Ausserdem werden noch Einzelbefunde mitgeteilt, deren Beschreibung im allgemeinen Teil zu ermüdend geworden wäre. Der spezielle Teil ist nur zum gelegentlichen Nachschlagen bestimmt. — Am Schluss folgen die phylogenetischen Spekulationen. — Zusammenfassende Litteraturübersichten habe ich den einzelnen Abschnitten nur dort vorausgeschickt, wo solches mir aus dem einen oder anderen Grund besonders angezeigt erschien.

Die Untersuchungen, welche der Arbeit zu Grunde liegen, wurden grösstenteils im anatomischen Institut der Universität Heidelberg ausgeführt, zum geringeren Teil in der zoologischen Staatssammlung zu München und dem zoologischen Museum der Universität in Helsingfors.

Das zum Teil sehr wertvolle Material [1] verdanke ich der grossen Liberalität der Herren Geheimrat Prof. Dr. M. Fürbringer und Prof. Dr. H. Braus in Heidelberg, welche mir in ihrem Privatbesitz befindliche Tiere, ersterer ausserdem die Vorräte des anatomischen Instituts in Heidelberg zur Verfügung stellten, ferner Herrn Prof. Dr. F. Doflein in München, der mir die Untersuchung des reichen, aus Japan stammenden, von ihm selbst und von Herrn Prof. Dr. Haberer gesammelten Selachiermaterials der zoologischen Staatssammlung anvertraute. Durch die Vermittelung des Herrn Geheimrat Fürbringer durfte ich eine Seite des Kopfes von einem dem anatomischen Institut in Jena gehörigen Exemplar von *Chlamydoselache* untersuchen. Schliesslich hatte Herr Prof. Dr. C. I. Cori in Triest die Liebenswürdigkeit auf meine Bitte hin mich mit ein Paar frischen Köpfen von *Mustelus* und *Galeus*, sowie mit je einem ebenfalls frischen Exemplar von *Trygon* und *Torpedo* zu versehen.

Allen den genannten Herren, vor allen Dingen aber Herrn Geheimrat M. Fürbringer, der meine Arbeit stets mit freundlichem Interesse verfolgte, und dieselbe mit Rat und Tat wesentlich förderte, spreche ich hiermit meinen wärmsten Dank aus!

Einige Worte über die Terminologie der Kiefer mögen noch vorausgeschickt werden. Die Bezeichnungen symphysial und articular, vielfach von englischen Autoren benutzt, bedürfen keiner näheren Erläuterung. Diejenigen Kanten der Kiefer, an denen bei geschlossenem Mund die funktionierenden Zähne des Ober- und Unterkiefers auf einander stossen, bezeichne ich als den dentalen Rand des Kiefers, den entgegengesetzten als den abdentalen. Davon leite ich Bezeichnungen wie dentalwärts und abdentalwärts, etc. ab. Für labiale und linguale Fläche benutze ich als synonym gelegentlich äussere und innere Fläche. Ist bei Besprechung des Kieferapparats von „dorsal“, „caudal“, „lateral“ etc. die Rede, so bezieht sich dieses stets auf die Ruhelage der Kiefer.

Um Verwechslungen zu vermeiden, benutze ich bei Hinweisen auf die Vorliegende Arbeit deutsche Abkürzungen (S. = Seite; T. = Tafel; F. = Figur); beim Hinweis auf andere Werke die entsprechenden lateinischen (p., t., f.).

[1] Näheres im Speziellen Teil (Kap. X). Ein übersichtliches Verzeichnis der untersuchten Formen findet sich in der Inhaltsübersicht am Schluss der Arbeit.

Allgemeiner Teil.

An der vom N. trigeminus versorgten Muskulatur der Plagiostomen lassen sich im Anschluss an Vetters grundlegende Arbeiten (1874, 1878) und an diejenigen späterer Forscher ursprünglich drei Komponenten unterscheiden:

1. M. constrictor I dorsalis (s. lat.) *(C_1 d)*.
2. M. adductor mandibulae *(Am)* mit dem M. praeorbitalis *(Pro)*.
3. M. intermandibularis I *(C_1 mv)*.

Von diesen drei Muskeln, — unter denen nur der zuletzt erwähnte (und der M. praeorbitalis) zuweilen fehlen kann, lassen sich alle weiteren, innerhalb dieser Tiergruppe vorkommenden, vom N. V innervierten Muskeln ableiten.[1] Übergänge oder ein direkter Zusammenhang zwischen diesen drei Hauptmuskeln sind dagegen nirgends beobachtet worden.[1]

Kap. I. M. constrictor I dorsalis (C_1 d).

A. Der Muskel als Ganzes.

In der Terminologie des Muskels herrscht einige Verwirrung, indem man seit Vetter (1874) bald die aus demselben hervorgegangenen Tochtermuskeln als Levator maxillae superioris und Csd_1 bezeichnete, bald den ganzen ursprünglichen Muskel mit einem dieser Namen belegte. Im Folgenden bezeichne ich den ungeteilten Muskel als Constrictor I dorsalis (C_1 d), die Tochtermuskeln aber mit den Namen Levator palatoquadrati (Tiesing) und M. spiracularis (Sagemehl).

[1] Ich sehe dabei ab von gewissen, offenbar sekundären, Verhältnissen bei einigen Rochen, die noch einer Aufklärung bedürfen (z. B. *Torpedo*).

Die wichtigsten Synonyme (seit Vetter 1874) gestalten sich dann folgendermassen:

M. constrictor I dorsalis:

M. levator maxillae superioris: Vetter 1874, Sagemehl 1885, Dohrn 1885, etc., K. Fürbringer 1903, Drüner 1903.

C_1 d: Ruge 1896 (Figurenbezeichnung).

M. cranio-maxillaris: Jaquet 1900.

M. levator palatoquadrati.

M. levator maxillae superioris: Vetter 1874 (p. 408), Sagemehl 1885 (p. 102), Tiesing 1896, Allis 1901, Marion 1905.

Eigentlicher Oberkieferheber: Vetter 1874 (p. 427).

M. levator maxillae superioris proprius: Sagemehl 1885 (p. 106).

Levator palatoquadrati: Tiesing 1896 (p. 90 Anm.).

Lev. max.: Ruge 1896 (p. 231, f. 8).

M. spiracularis.

Constrictor superficialis dorsalis 1 (Csd_1): Vetter 1874, Tiesing 1896, Allis 1897, Marion 1903.

Spritzlochknorpelmuskel: Vetter 1874 (p. 427).

M. spiracularis: Sagemehl 1883 (p. 102, 106).

Der C_1 d entspringt bei typischer Ausbildung lateral an der Labyrintregion des Schädels hinter dem Postorbitalfortsatz (zuweilen auch an oder ventral von demselben) und zieht zum oberen (abdentalen) Teil der Innenfläche des Palatoquadratum oder dessen oberem (abdentalen) Rand. Die Innervierung geschieht durch den Nc_1d.

In der Ausbildung des Muskels lässt sich bei den Haien im Grossen und Ganzen eine Korrelation zu derjenigen des Kieferapparates nachweisen. Formen mit sehr weiter, in rostrocaudaler Richtung stark verlängerter Mundspalte und demgemäss caudalwärts weit ausgedehntem Kieferapparat wie *Chlamydoselache* (F. 1), Notidaniden (F. 3, 4, 5), *Echinorhinus* (F. 7), Lamniden [1] (*Odontaspis* F. 19, *Lamna* F. 21) besitzen einen sehr breiten Muskel, während er bei Formen mit mässiger, mehr quer gestellter oder kleiner Mundspalte bedeutend schmäler und meist schwächer entwickelt ist, so bei der Mehrzahl der Squaliden (vgl. T. II), den Scylliorhiniden, *Heterodontus* (F. 25), etc.

Es ist auffallend, dass der C_1 d bei allen den oben erwähnten Formen der ersten Kategorie (mit Ausnahme der Notidaniden [2] sehr einfach gebaut ist. Bei *Chlamydoselache* und *Echinorhinus* (vgl. auch K. Fürbringer 1903 p. 382) ist er vollkommen einheitlich und erstreckt sich an der Insertion, dicht vor dem Spritzloch beginnend, bis in

[1] *Mitsukurina* (F. 20) macht infolge der weitgehenden Lockerung des Zusammenhangs von Kieferapparat und Schädel und der weiten Vorwärtsverschiebung des ersteren eine Ausnahme.

[2] Dass bei den Notidaniden eine Spaltung eintrat, schreibe ich der Ausbildung des Postorbitalgelenks zu (vgl. unten).

die Nähe des Palatobasalfortsatzes. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Odontaspis* und *Lamna*. Nun ist aber zu bemerken, dass bei allen diesen Formen die Spritzlöcher *(Spir)* mehr oder weniger rückgebildet sind. Bei *Echinorhinus* (F. 7) ist das noch am wenigsten der Fall [1]. Demgemäss lassen noch einige Fasern am caudalen Rand des Muskels Unregelmässigkeiten erkennen, die als eine Beeinflussung durch das Spritzloch gedeutet werden müssen. Bei *Chlamydoselache* (F. 1), wo an dem abgebildeten Exemplar eine Stecknadel eben noch in das Spritzloch eingeführt werden konnte, lässt sich eine solche Beeinflussung nicht erkennen. Ebensowenig war das bei den Lamniden, — *Lamna* entbehrt gänzlich einer äusseren Oeffnung, — der Fall. Es ist wahrscheinlich, dass bei diesen Formen, — wenigtens bei *Echinorhinus*, — eine Reduktion im caudalsten Teil des Muskels stattgefunden hat, und es lässt sich nicht mit Gewissheit entscheiden, wie weit die Einheitlichkeit des Muskels ein wirklich primitives Verhalten repräsentiert, oder ob eine Spaltung desselben bei den Vorfahren dieser Tiere bereits angebahnt war. — Wie dem aber auch sei, so müssen wir als Ausgangspunkt für die Differenzierungen bei den übrigen Plagiostomen einen derartigen einheitlichen Muskel annehmen, wie wir ihn gerade bei den hier besprochenen Formen, vor allen Dingen aber bei *Chlamydoselache* finden, nur wird bei diesem hypothetischen Ausgangsstadium ein grösseres Spritzloch vorhanden gewesen sein, an dessen Wandung sich der hinterste Teil des Muskels anschloss.

Das Zusammenfallen dieser Kategorie von Formen mit jenen, die oben als Repräsentanten der Haie mit weit caudalwärts ausgedehnter Mundspalte und breitem C_1d hingestellt wurden, ist sicher kein Zufall. Vielmehr hat zweifelsohne die starke Entfaltung und caudale Ausdehnung des Kieferapparats, speziell des Palatoquadratum, die Rückbildung (bez. den Schwund) der Spritzlöcher herbeigeführt (oder doch mitbedingt), damit aber auch die Voraussetzung für die Differenzierung (oder Erhaltung) eines speziellen M. spiracularis (vgl. unten) entfernt (vgl. auch Reis 1897 p. 68).

Am caudalen Rand des C_1d überlagert dieser bei einigen Haien mit seinem Ursprungsteil den C_2d auf kurzer Strecke. Vetter (1874 p. 437), der dieses Verhalten bei *Heptanchus* feststellte, deutet es, wie ich glaube mit Recht, als ein phylogenetisch altes Merkmal, das zu vergleichen sei der an den typischen Kiemenbogen stattfindenden Überlagerung eines caudaler gelegenen Cd durch sein nächst vorderes Homodynamon. Ich finde einen solchen Ursprung an einem den C_2d deckenden bindegewebigen Septum noch schöner ausgebildet bei *Hexanchus* (F. 5), ferner auch bei *Alopias* (F. 23).

[1] Über den Grad der Rückbildung der Spritzlöcher von *Odontaspis* konnte ich mir keine eigene Anschauung bilden, da diese Teile an dem untersuchten Exemplar bereits zerschnitten waren.

Bei *Squatina* (F. 18) entspringen die caudalsten Fasern des C_1d einerseits, die vordersten des C_2d andrerseits an einem bindegewebigen Septum, das jedenfalls der den C_2d bei den Notidaniden deckenden Bindegewebsschicht vergleichbar ist. Ebenso entspringen bei *Heterodontus* noch einige Fasern des C_1d an der Oberfläche des C_2d. — Der ähnliche Ursprung von Derivaten des C_1d bei *Pristiurus* (z. B. F. 28), bei *Triakis* (F. 38), *Mustelus* (F. 33), und *Galeus* ist dagegen möglicherweise als eine sekundäre Erwerbung zu betrachten. Vgl. unten S. 28.

Direkt hinter einander, ohne sich gegenseitig zu decken, liegen der C_1d und C_2d bei *Centroscymnus* und *Centrophorus*. Erstere Gattung zeigt allerdings noch eine Andeutung der Überlagerung des zweiten Muskels durch den ersten. Bei *Lamna* [1], ferner bei *Scymnorhinus*, *Squalus* (F. 12), *Pristiophorus* und in höherem Grade bei *Chiloscyllium* (F. 25), Scylliorhiniden und Carchariiden macht sich dann die Tendenz des C_2d geltend, den hintersten Ursprungszipfel des C_1d zu überlagern. Ähnlich verhalten sich die Rochen, wie denn bei den Batoidei überhaupt eine weitgehende Überlagerung der Trigeminus-Muskulatur durch den von dem C_2d abstammanden Levator rostri erfolgt.

Entsprechend dem erwähnten lateralen Übergreifen des Trigeminus-Constrictors über den des Facialis bei den Notidaniden (F. 2. 5) und *Alopias* (F. 23) ist hier die Richtung des Spritzlochs gegen die Mündung hin eine stark caudalwärts gebogene. Ähnlich verhält sich der mehr oder weniger rudimentäre Kanal bei *Chlamydoselache* (F. 1), *Echinorhinus* (F. 7) und *Odontaspis:* auch bei *Heterodontus japonicus* fand ich den Kanal ein wenig caudalwärts gerichtet. Bei den übrigen mit einem gut ausgebildeten Spritzloch versehenen Selachiern war das nicht der Fall; das Spritzloch ist in der Regel dorsal oder dorsolateralwärts gerichtet: die Oeffnung liegt unmittelbar vor dem rostralen Rand des C_2d.

Im Hinblick auf die oben erörterten Beziehungen des Kieferapparats zur Reduktion des Spritzlochs ist zu erwägen, ob in der Tat die Überlagerung des C_2d durch den C_1d allgemein bei den Vorfahren der rezenten Plagiostomen vorhanden war oder ob sie sich nur bei den erwähnten Formen mit in caudaler Richtung stark ausgedehntem Kieferapparat ganz sekundär herangebildet hat, indem sie der Verschiebung des Spritzlochs folgte. Die Möglichkeit, dass die Entwicklung der letzteren Alternative entspricht, lässt sich nicht von der Hand weisen. — Nimmt man mit Vetter eine ursprüngliche Homodynamie der Muskulatur des Kieferbogens mit derjenigen der folgenden Visceralbogen an, so erscheint jedoch die oben vertretene Anschauung als die plausiblere. Indem die lateralen Teile aller Visceralbogen caudalwärts gedrängt wurden, — eben durch die Umformung

[1] Bei *Odontaspis* und *Lamna* buchtet der C_2d den C_1d etwas vor, sodass der caudale Rand des letzteren rinnenförmig erscheint.

des vom Trigeminus versorgten Bogens zum Kieferapparat (Gegenbaur), — entstand primär die gleichartige segmentale Überlagerung der einzelnen Constrictoren. Gerade zwischen Kiefer und Hyoidbogen aber, wo diese Verschiebung so stark war, dass sie zur Ausbildung einer Verbindung zwischen den Knorpeln führte, musste diese Ursache besonders wirksam gewesen sein. Die ungewöhnlich weite caudale Ausdehnung des Kieferapparats bei den Notidaniden mag vielleicht zur Erhaltung dieses Lagerungsverhältnisses beigetragen haben. Bei der Mehrzahl der mit einem Spritzloch versehenen rezenten Plagiostomen hat das letztere in Konnex mit der anderen Stellung des Kieferapparats eine günstigere Lage etwas weiter vorn (vgl. oben), und dadurch ist wahrscheinlich eine sukzessive Rückbildung der Überlagerungsverhältnisse und sogar eine Umkehr in ihr Gegenteil erfolgt.

Wie Vetter (1874, p. 407, 408) für *Heptanchus* dargelegt hat, findet bei den Notidaniden eine Spaltung des Muskels gegen die Insertion hin in der Gegend des Postorbitalgelenks statt (vgl. F. 4). Die rostral vom Gelenk inserierende Portion wirkt als Heber des Palatoquadratum, die caudale, — der an der Innenseite die Höhlung der weiten Spritzlochtasche sich anschmiegt, — im vorderen Teil noch gleichzeitig als Adductor des Palatoquadratum und als Verengerer des Spritzlochs, während distal-(caudal-)wärts Schritt für Schritt letztere Funktion zur alleinigen Herrschaft gelangt. Da die unmittelbar vor dem Gelenk gelegenen Fasern für das direkte Verengern des Spritzlochkanals [1] noch keine wesentliche Bedeutung besitzen können, muss ich das Auftreten des Spalts in dem Muskel dem Postorbitalgelenk allein zuschreiben.

Die veränderte Richtung des Spritzlochs bei der Mehrzahl der mit einem solchen versehenen Haie geht Hand in Hand mit Veränderungen in der Muskulatur. Es entsteht bei den Cyclospondyli eine winkelige Knickung derart, dass der dem Spritzlochkanal angeschmiegte, diesen verengernde Teil des C_1d stark lateralwärts gebogen wird. Dabei kann (vgl. auch Vetter 1874, p. 420, 427, 437) bald eine völlige Kontinuität des Muskels erhalten bleiben, — so bei *Centrophorus granulosus* und *Deania eglantina*, — bald tritt distal eine schwache Spaltung zwischen den beiden Teilen des Muskels ein, indem die Fasern ventral auseinanderweichen, z. B. bei *Etmopterus, Squalus* [2] *blainvillei;* bei *Centrina* (F. 16) und *Squatina* ist die Spaltung stärker, bei *Pristiophorus* und den Rochen völlig durchgeführt.

Es ist ein Zerfall des ursprünglich einheitlichen C_1d in einen kräftigeren vorderen Muskel, den Levator palatoquadrati und einen hinteren, den M. spiracula-

[1] Eine indirekte Verengerung der Spritzlochtasche wird allerdings durch die Adduktion des Palatoquadratum bewirkt.

[2] Im Gegensatz zu Vetter (p. 427) finde ich bei *Squalus acanthias* (F. 14) eine Spaltung nur angedeutet, während sie bei *S. blainvillei* etwas deutlicher war. Solche kleine Differenzen sind wahrscheinlich auf individuelle Schwankungen zurückzuführen.

ris (Csd$_1$ Vetter) eingetreten. — Manchmal, — z. B. *Centroscymnus, Centrophorus*, — unterscheiden sich die beiden Abschnitte des C$_1$d auch in der Stärke der Fasern voneinander, indem diese, besonders gegen den Rand des Spritzlochs hin, am M. spiracularis feiner sind als am Levator palatoquadrati.

Eine ähnliche Differenzierung in zwei Muskeln hat unter der Astrospondyli bei *Alopias* (F. 23) ferner bei *Chiloscyllium* (F. 25) und *Heterodontus* (F. 26) stattgefunden. Bei *Scylliorhinus* (F. 27), *Pristiurus* (z. B. F. 30) und Verwandten, ferner den Carchariiden hat sich stets ein Levator palatoquadrati mehr oder weniger deutlich abgetrennt, während das übrige Material Muskeln für den Lidapparat und z. T. auch sekundäre Differenzierungen für das Spritzloch liefert. Die Teilung bleibt jedoch oft eine unvollkommene, sodass, z. B. bei *Mustelus* (F. 35, 36; vgl. auch Tiesing 1896 p. 92), alle einzelnen Derivate des C$_1$d noch in höherem oder geringerem Grad den ursprünglichen Zusammenhang bewahren.

Es ist mehr als wahrscheinlich, dass die oben als M. spiracularis *(Msp)* und Levator palatoquadrati *(Lp)* bezeichneten Portionen polyphyletisch aus dem einheitlichen C$_1$d entstanden. Dabei mag die Spaltung bald etwas weiter vorn, bald etwas weiter hinten eingetreten sein. Da sich jedoch für die Beurteilung dieser Verhältnisse kein Massstab findet, wird auf dieselben im Folgenden keine Rücksicht genommen, sondern die erwähnten homomorphen Zerfallsproducte werden als bei den verschiedenen Formen homolog betrachtet.

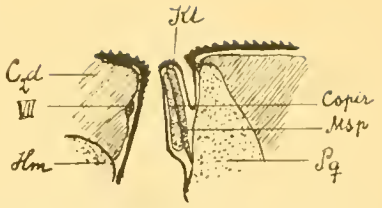
B. M. spiracularis.

Die Verhältnisse bei den Notidaniden wurden oben bereits kurz besprochen. Der Ursprung des M. spiracularis findet teils an der Labyrintregion des Schädels, teils an der Oberfläche des C$_2$d statt, wobei bei *Hexanchus* die hintersten Fasern sich fast ringförmig um die Mündung des Spritzlochs winden. Die Insertion erfolgt an der Innenseite des abdentalen Randes des Palatoquadratum.

Bei den Cyclospondyli hat sich im Anschluss an die veränderte Richtung des Spritzlochs und die winkelige Knickung des C$_1$d der schon von Gegenbaur (1872, p. 198) u. A. erwähnte „klappenartig bewegliche Wulst“ ausgebildet. Dieser (Textf. 1 *Kl*) kommt derart zu stande, dass sich die Haut unmittelbar vor dem rostralen Rand des Spritzlochs, dem M. spiracularis anliegend, taschenartig einsenkt, und an dieser Stelle eine Reduktion und einen partiellen [1] oder totalen Schwund ihrer Placoidorgane erfährt, dünn und geschmeidig wird, sich also wesentlich von der derben Haut der

[1] An dem Rand der Klappe finden sich bei *Scymnorhinus* noch Hautzähnchen, bei der Mehrzahl der Squaliden sind sie auch hier (soweit makroskopisch sichtbar), verloren gegangen. — Die stärkste Entfaltung der Tasche fand ich bei *Somniosus*, wo sie sich bis in die Nähe des Auges ausdehnt (vgl. Helbing 1904, p. 355).

umgebenden Körperoberfläche unterscheidet. Durch diese Verdünnung der Haut kommt gewissermassen ein Charnier für die Klappe zu stande. Letztere selbst enthält den bogenförmig verlaufenden M. spiracularis *(Msp)*. sowie zwischen diesem und der Haut (resp. der Kieme) des Spritzlochkanals den in Ein- oder Mehrzahl vorhandenen Spritzlochknorpel *(Cspir)*. Während der Muskel durch seine Kontraktion die Klappe gegen die caudale Wand des Spritzlochs drücken und den Kanal schliessen muss, wird das Öffnen der Klappe durch die Elastizität der Gewebe besorgt, wobei die Spritzlochknorpel, besonders dort, wo ein einziger sehr breiter Knorpel vorhanden ist, die wichtigste Rolle spielen dürften. Bei der Mehrzahl der Rochen, wo mit der veränderten Funktion als Ingestionsöffnungen für das Atemwasser (vgl. Couvreur 1902, 1903; Rand 1907) die Spritzlöcher eine erhöhte Bedeutung und ansehnlichere Grösse erlangten (bez. letztere beibehielten?), ist auch der Klappenapparat zu seiner höchsten Ausbildung gelangt und den ansehnlichen Muskeln wirken als Antagonisten ausgedehnte einheitliche Platten darstellende Spritzlochknorpel entgegen [1].



Textf. 1. *Scymnorhinus lichia*. $^1/_1$. Sagittaler Schnitt durch das Spritzloch. Halbschematisch. *Cspir* Spritzlochknorpel; *Kl.* Klappe. — Übrige Bezeichnungen in der Erklärung der Abkürzungen am Schluss der Arbeit.

Der M. spiracularis der *Squalidae* besitzt noch den relativ ursprünglichen Faserverlauf vom Kranium zum Palatoquadratum. Bei *Pristiophorus* (F. 17 a *Msp*) verhält sich die Hauptmasse des Muskels ebenso, einige distalste (äusserste) Fasern befestigen sich jedoch am distalen Ende des Hyomandibulare; bei *Squatina* (F. 18 *Msp*) hat sich die Insertion gänzlich vom Palatoquadratum emanzipiert und erfolgt teils am Hyomandibulare, teils an der caudalen häutigen Wandung des Spritzlochs.

Dieselbe Tendenz zur Wanderung der Insertion bei relativ konstant bleibendem Ursprung zeigt der Muskel bei den Rochen. Mit Ausnahme der Torpediniden — die unten gesondert behandelt werden sollen, — entspringt er überall an der lateralen Fläche der Labyrintregion dorsocaudal vom Austritt des N. VII, wobei er allerdings bei *Trygon*

[1] Der gegliederte Apparat von *Torpedo* (vgl. Gegenbaur 1872 p. 199—201) wirkt vermutlich in demselben Sinne. — Stielartige, den grössten Spritzlochknorpel mit dem Hyomandibulare verbindende Knorpelstückchen fand ich nicht nur bei den Torpediniden (*Torpedo* F. 54 *Cspir* und *Astrape*), sondern auch bei den Rhinobatiden. Es handelt sich um ein kleines, stabförmiges Knorpelstück, das bei *Rhynchobatus* dorsal von Bandmassen liegt, die das distale Ende des Hyomandibulare mit dem Spritzlochknorpel verbinden. Es ist den Bandmassen parallel gerichtet und mit dem Spritzlochknorpel eng angeschlossen. Das den Spritzlochknorpel mit dem Hyomandibulare verbindende Ligament (vgl. Gegenbaur l. c.) kann also nicht mit den Knorpeln bei *Torpedo* verglichen werden. — *Rhinobatus* verhält sich ganz ähnlich, doch habe ich versäumt die Lage des Knorpels im Vergleich zu etwa vorhandenen Bandmassen hier zu untersuchen.

[2] Nach Tiesing (1896 p. 94) soll sich bei *Rhin. annulatus* noch ein Teil des Muskels am Palatoquadratum befestigen. Bei *Rhin. leucorhynchus* ist das nicht der Fall.

(F. 48, 49) und *Myliobatis* (F. 60) bis zur lateralen caudalen Ecke des Kraniums rückt. Der Muskel stellt stets eine dünne Schicht dar, die sich gegen die Insertion hin in zwei Portionen spaltet. Die mehr dorsale (distale) von diesen inseriert am Hyomandibulare in einer kleinen Grube an der rostralen (selten rostro-ventralen) Fläche kurz vor dem distalen Ende (vgl. F. 48 *Msp*^{i}). Diese Portion ist stets ziemlich schmal. — Die zweite, mehr ventrale und tiefe Portion, die ich nur bei *Raja* vermisse, inseriert bei *Pristis* an der dorsalen Hälfte eines Ligaments, das vom distalen Ende des Hyomandibulare zur inneren Fläche des Mandibulare zieht. *Rhinobatus* und *Rhynchobatus* schliessen sich hier eng an, doch reicht die Insertion bis kurz vor die Befestigung des Ligaments am Mandibulare. — Bei *Trygon* findet die Insertion am abdentalen Rand des Mandibulare statt, ferner an der dorsalen Fascie des M. coracomandibularis und am Hyoid, bei *Myliobatis* an der Innenseite des Mandibulare. Diese tiefe Portion bildet überall eine dünne platte Muskelausbreitung, die über den Spritzlochknorpel hinweg zieht und im ferneren Verlauf der Mundschleimhaut anliegt.

Dieselben zwei Muskelportionen finden wir bei den Torpediniden wieder. Bei *Astrape* (F. 56) zieht ein schmaler, mit zwei Zipfeln am Kranium entspringender Muskel M. spiracularis superficialis (*Msps*), dem Spritzlochknorpel aussen angeschmiegt, zum Hyomandibnlare, während eine zweite Portion M. spiracularis profundus, am Spiracularknorpel entspringt und sich an der Innenseite des Kieferapparats als dünne, der Mundschleimhant angelegte Schicht bis in die Gegend der Mandibularsymphyse ausdehnt, wo sie mit derjenigen der anderen Seite sich vereinigt. Es besteht hier also ein innerer, fast ringförmiger Constrictor, der nur an dem Spritzlochknorpel und dorsal an der Basis cranii Lücken zeigt. — *Torpedo* [1] besitzt einen M. spiracularis superficialis (F. 52, 54 *Msps*), der als seitlich abgeplattetes Bündel lateral an der Labyrintregion des Schädels entspringt, wo sein Ursprung vom Levator hyomandibularis (F. 52 *Lhm*) z. T. verdeckt wird. Der Muskel zieht, stärker und breiter werdend, vorwärts um sich vor dem Spritzloch im Bogen lateralwärts zu wenden und zum grössten Teil an der rostralen Seite des Spritzlochs zu inserieren. Nur ein Paar Fasern biegen am lateralen Rand wieder caudalwärts um und ziehen, verstärkt durch am Spritzlochknorpel entspringende Fasern, zum vorderen Rand des Hyomandibulare, wo sie inserieren. Der ganze, aus zwei schmalen, caudalwärts gerichteten Schenkeln und einer rostralen verbreiterten Partie bestehende Muskel, — seiner Form nach einer Schleuder vergleichbar, — wird einen sehr guten Verschluss des Spritzlochs zu Stande bringen, indem er den hinten konkaven Spritzlochknorpel gegen den die hintere Wand des Spritzlochs begrenzenden hakenförmigen Fortsatz des Hyomandibulare (vgl.

[1] Vgl. auch Tiesing (1896 p. 93, T. VII F. 15 [Druckfehler statt 14] csd_1).

Gegenbaur 1872 p. 200 und T. XIII F. 3*) andrückt. — Die zweite, mehr ventrale und tiefe Portion (F. 54 *Msppr)* kommt zum Vorschein, wenn man den caudalen articularen Teil des Kieferbogens abhebt. Sie bildet eine dünne, flach ausgebreitete Schicht, die vorn teils am lateralen Rand des ventralen Teils des Spiraculare, teils ventral davon an der Mundschleimhaut entspringt. Während die mehr dorsalen Fasern fast gerade caudalwärts ziehen, strahlen die mehr ventralen fächerförmig auseinander um teils gleich den oberen an einer zum Hyoid ziehenden dünnen Aponeurose zu inserieren, teils direkt am vordersten Glied desselben sich zu befestigen.

Die soeben geschilderten Verhältnisse bei den Torpediniden lassen, trotz mancher Verschiedenheit im Einzelnen, unter sich gemeinsame Grundzüge erkennen, die sich wiederum auf ein ähnliches Verhalten wie bei den Centrobatiden (Trygoniden, Myliobatiden) zurückführen lassen. Hier wie dort fanden wir eine Spaltung in einen M. spiracularis superficialis und eine an der Mundschleimhaut sich ausbreitende Portion. Während diese beiden aber bei den Centrobatiden über die Oberfläche des Spiraculare hinwegzogen, haben bei den Torpediniden beide Portionen Befestigungen an demselben gewonnen: der M. spiracularis superficialis mit seinem mittleren Teil bei *Torpedo*, der M. sp. profundus mit seinem Ursprung bei beiden. Noch einen Schritt weiter ist ein Teil der letzteren Portion bei *Torpedo* gegangen, indem sie sich auch vom Spritzlochknorpel emancipirte und ihren Ursprung auf die Mundschleimhaut verlegte. Wir haben hier bei den Torpediniden die extremsten Differenzierungen des Muskels in dieser Richtung vor uns.

Ohne Zweifel stellt die hohe Ausbildung dieser Muskeln bei den Rochen eine Anpassung an die oben (S. 13) erwähnte besondere Art der Athmung dar, und spielt bei der Beförderung des Atemwassers nach den Kiemen eine Rolle.

Ganz andere Wege gehen die Differenzierungen des M. spiracularis, oder doch des diesem entsprechenden Materials bei den Astrospondyli.

Bei *Alopias* (F. 23 *Msp*), dem einzigen Lamniden (im Sinne von Günther 1870), bei dem ich den in Rede stehenden Muskel fand, entspringt er in Kontinuität mit dem Levator palatoquadrati, teils am Proc. postorbitalis, teils an der mediocaudalen Seite des Spritzlochkanals an dem zwischen diesem und dem $C_2 d$ befindlichen Bindegewebe. Er umzieht dorsal und lateral den Kanal und befestigt sich ventral an dem Bindegewebe, welches den distalen Teil des Hyomandibulare bedeckt. Der Muskel bietet also in bezug auf den Ursprung gewisse Anklänge an *Hexanchus*.

Auch bei *Heterodontus* (F. 26) sind die Verhältnisse noch sehr einfach. Der M. spiracularis entspringt, dem Lev. palatoquadrati angeschlossen, teils am Kranium, teils an

der Fascie des C_2d und zieht, dem Spritzlochknorpel angeschmiegt, abwärts. Die Insertion erfolgt teils an der Wandung des Spritzlochs, teils am Palatoquadratum.

Hier schliesst sich *Chiloscyllium* (F. 24, 25) an. Der M. spiracularis entspringt (F. 25 Msp^0) an der Labyrintregion des Kraniums ventral vom Proc. postorbitalis und etwas weiter hinten als ventralster Teil des C_1d. Er löst sich sehr bald von dem übrigen Muskel ab und umzieht, flach ausgebreitet, das Spritzloch um mit seinen medialen Fasern am Palatoquadratum Befestigung zu gewinnen, während die lateralsten Fasern sich um den ventralen Rand des Spritzlochs aufwärts wenden und an der hinteren Wand inserieren. Ein Paar Fasern inserieren jedoch schon am dorsalen äussern Rand des Spritzlochs an der Haut. Infolge der Lage des Spiraculums werden diese Fasern auch auf den Augenwinkel einen Zug ausüben. Dieser wird hier zwar funktionell ohne Belang sein, beansprucht aber insofern ein gewisses Interesse, als sich uns hier zum ersten Mal eine Beziehung des C_1d zur Haut in der Gegend des Augenwinkels zeigt, eine Beziehung, die vielleicht als Analogie zu den ersten Anfängen der nachstehend geschilderten, hochdifferenzierten Lidmuskulatur der Scylliorhiniden und Carchariiden aufgefasst werden darf.

C. Lid- und Spritzlochmuskulatur der Scylliorhiniden und Carchariiden.

Seit Johannes Müller 1843 (1845) eine kurze Darstellung des Nickhautmuskels von *Mustelus, Galeus, Carcharias* und *Sphyrna* gab [1], ist die Lid- und Spritzlochmuskulatur der Scylliorhiniden und Carchariiden in der Litteratur zu wiederholten Malen mehr oder weniger eingehend erörtert worden. [2] Sagemehl [3] (1885 p. 99—100) macht einige diesbezügliche Angaben über *Pristiurus, Scyllium, Mustelus, Galeus* und *Sphyrna*. Er wie auch Tiesing (1896 p. 92—93), der *Mustelus* untersuchte, erkannten die genetische Zusammengehörigkeit dieser Differenzierungen mit dem C_1d. — Ruge (1896) bildet gelegentlich die Muskeln bei *Mustelus* ab, ohne sie jedoch im Text zu erwähnen. — Allis (1897) beschreibt die Differenzierungen des C_1d von *Galeus*. — Das Wichtigste, was auf diesem Gebiet publiziert wurde, stellt jedoch die Arbeit von

[1] Schon 1680 hatte Perrault (Mécanique des animaux, Paris) den Muskel entdeckt. (Nach Trapp 1836 p. 13.)

[2] Leuckart (1876 p. 272) stellt das Vorkommen von Lidmuskeln bei den Haien überhaupt in Abrede und meint, dass die Bewegung der Nickhaut „nur durch glatte Muskelfasern, die teils aus der Conjunctiva auf dieselbe übertreten, teils auch in die Auskleidung der Orbita sich fortsetzen, geschieht".

[3] Ridewood (p. 229) schreibt die betreffenden Angaben irrtümlich Hubrecht zu. Wie auf der 2. Seite des Umschlags der 4. Lieferung mitgeteilt wird, stammt der Text dieses Werkes von Bogen 7 an von der Hand Sagemehls.

Ridewood (1899) dar, in welcher die diesbezüglichen Verhältnisse von *Scyllium canicula, Sc. stellare, Carcharias laticaudus, C. acutus, Galeus canis, Zygaena tudes, Triacis semifasciata* und *Mustelus laevis* eingehend geschildert werden.[1] R. unterscheidet zwei Gruppen von Lidmuskeln: eine vom Csd_1 Vetters abzuleitende: Levator palpebrae nictitantis, Dilator spiraculi und Depressor palpebrae superioris (= Retractor p. s. von Tiesing und Allis), und eine die Mm. retractor palpebrae superioris und constrictor spiraculi umfassende, welche (p. 242) „appear to belong to a purely dermal system of muscles". Auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Befunde an *Mustelus vulgaris* schliesst sich Harman (1899) dieser letzteren Ansicht an. — Die Arbeit von Doenecke (1899) verhält sich inbezug auf die Muskeln reproduzierend.

Die primitiveren Stadien in der phylogenetischen Entwicklung der vom $C_1 d$ abzuleitenden Lidmuskeln sind uns nicht bekannt. Überall, wo sie bis jetzt untersucht wurden treten sie uns bereits in relativ hoher Ausbildung entgegen.

Letzteres gilt auch für die *Pristiurus*-artigen Haie. Eine hierher gehörende japanische Form (F. 28) (*„Pristiurus sp. 3"*) — wahrscheinlich eine neue Gattung repräsentierend, — mag als Beispiel dienen. Lateral von der übrigen Muskelmasse zieht ein schlankes Muskelbündel (*Rps*) zum oberen Augenlid. Der Ursprung dieses Bündels erfolgt oberflächlich an dem subcutanen Bindegewebe in der Umgebung des Spritzlochs, welches letztere der Muskel vorn und hinten mit je einem Zipfel umgreift. Der hintere von diesen Zipfeln geht in eine Portion (*Csp*) über, deren Fasern dorso-rostral vom Spritzloch inserieren, während sie gegen den Ursprung, der grösstenteils an der Oberfläche des $C_2 d$ erfolgt, auseinanderweichen. Einzelne von ihnen reichen dabei bis hinab in die Gegend des Kiefergelenks und entspringen hier am Palatoquadratum und Mandibulare. Die hintere Portion mag — im Anschluss an die Terminologie Ridewoods — als Constrictor spiraculi bezeichnet werden, die mehr rostrale und dorsale als Retractor palpebrae superioris. Letzterer wird allerdings die Funktion des ersteren unterstützen.

Der übrige Teil der Lidmuskulatur entspringt an der caudalen Fläche des Postorbitalfortsatzes und daran anschliessend an der Labyrintregion des Kraniums z. T. vom $C_2 d$ überlagert. Ich unterscheide hier 3 Portionen, die am Ursprung intim mit einander verwachsen sind, und von denen zwei am oberen Lid, eine am unteren inserieren. Eigentümlich verhalten sich dabei die letztere Portion — sie soll im Folgenden

[1] Ich freue mich die Befunde dieses sorgfältigen Untersuchers in fast allen denjenigen Fällen, wo mir dieselben Arten zur Untersuchung vorlagen, bestätigen zu können, und zwar war ich, da ich die Arbeit R.'s erst während der Abfassung des Manuskripts erhalten konnte, unabhängig vom ihm zu denselben Befunden gelangt. Inbezug auf die Deutung weiche ich allerdings in einigen Punkten von dem englischen Verfasser ab.

als Levator palpebrae nictitantis *(Lpn)* angeführt werden, — sowie die eine der Portionen für das obere Lid: der Depressor palpebrae superioris (vgl. F. 28—29 *Dps*). Beide sind nämlich (F. 29) strickartig anderthalb Mal umeinander gewunden. Dabei entspringen die Fasern des ersteren Muskels *(Lpn°)* mehr dorsal und der freie Insertionsteil *(Lpn')* zieht lateral über denjenigen des Depr. palp. sup. hinweg. — Die zweite zum oberen Lid ziehende Portion begiebt sich medial von dem gewundenen Teil direkt zum oberen Lid. Sie mag den Namen Depressor palpebrae superioris internus tragen (F. 29, *Dpsi*).

Bei *Pristiurus xaniurus* (Gilb.) entspringt der Retractor palp. sup. (F. 32 *Rps*) an der Fascie ventral und caudal vom Spritzloch; dagegen finde ich keine vor dem Spritzloch entspringende Fasern. Rostralwärts verbreitert sich der Muskel stark. Ein Constrictor spiraculi erscheint hier ebensowenig wie bei den anderen *Pristiurus*-Arten als gesonderte Differenzierung. — Bei *Pristiurus sp. 2* entspringt der in Rede stehende Muskel mit einem tiefen Zipfel sehnig an der Labyrintregion ventral von dem strickartig gedrehten Teil, mit anderen Fasern aber an der Oberfläche des C_2d und caudal und ventral vom Spritzloch. Durch seinen tiefen Ursprungszipfel zeigt der Muskel Anklänge an den gleichnamigen Muskel der Scyllien. — Wieder anders liegen die Verhältnisse bei *Pristiurus melanostomus* (F. 30). Hier ist der Muskel *(Rps)* starker Rückbildung verfallen; ich fand im hinteren Teil nur drei Fasern, von denen eine *(Csp)* am Bindegewebe rostral von dem Spritzloch entsprang, und ventral und caudal dasselbe umzog, um sich dorsal von demselben mit je einer am distalen Ende des Hyomandibulare und an der Oberfläche des C_2d entspringenden Faser zu vereinigen. Der so gebildete schwache Faserzug befestigt sich teils an der Oberfläche des Depressor palp. sup. in der Gegend des Augenwinkels, teils scheint er in diesen Muskel direkt überzugehen. Ein kleines Faserbündel *(Rpsa)* hat sich gänzlich vom übrigen Muskel losgelöst und an der Spitze des Proc. postorbitalis einen neuen Ursprung erworben. Es erstrekt sich dorsomedial vom Depressor palp. sup. *(Dps)* etwa ebensoweit vorwärts wie letzterer und inseriert über ihm an der Aponeurose des Lides. — Es zeigt also der Retractor palpebrae superioris bei den *Pristiurus*-artigen Haien eine ausserordentliche Variabilität. Wieweit dabei auch individuelle Schwankungen vorkommen, kann ich nicht beurteilen, da mit Ausnahme von *Pr. melanostomus* von jeder Art nur je eine Seite untersucht wurde.

Die beiden gewundenen Muskeln verhalten sich bei den anderen *Pristiurus*-Arten im Wesentlichen ganz ebenso wie oben geschildert (vgl. F. 31). Nur möchte ich erwähnen, dass sich bei *Pr. melanostomus* an der rechten Seite eine einzelne Faser fand (F. 30 *), die zum oberen Rand des Palatoquadratum zog, während der übrige

Muskel sich normal verhielt. Links fehlte eine solche Faser. In diesem Befund, der sich dem von Allis (1897 p. 571) erwähnten, wo bei *Galeus galeus* einige Fasern des Levator palpebrae nictitantis zur Innenfläche des Oberkiefers zogen, an die Seite stellt, kommt ein phylogenetisch altes Verhalten wahrscheinlich atavistisch zum Ausdruck. — Am Augenwinkel, dort wo die Insertionszipfel der beiden gewundenen Muskeln auseinander weichen, fand ich bei *Pr. melanostomus* einige Fasern des Lev. palp. nict., die ihren Ursprung an die Oberfläche des Depr. palp. sup. rostral von der Kreuzung der Muskeln verlegt hatten.

Der Depressor palp. sup. internus ist bei *Pr. xaniurus* nur durch ein sehr schwaches Bündel repräsentiert; bei *Pr. sp. 2* und *Pr. melanostomus* vermisste ich ihn ganz.

Weit einfacher gestalten sich die Verhältnisse bei *Scylliorhinus* (vgl. F. 27; und Ridewood l. c., p. 238—240 u. f. 6, 7). Auch hier ist ein Retractor pelpebrae superioris *(Rps)* vorhanden, doch entspringt derselbe, mit dem Levator palp. nictitantis eng verwachsen, an der Labyrintregion des Schädels hinter dem Postorbitalfortsatz. Dieser im Vergleich zu der Mehrzahl der *Pristiurus*-Arten abweichende Ursprung erscheint durch den oben mitgeteilten Befund bei *Pr. sp. 2*, wo ein Teil der Fasern einen ähnlichen Ursprung besass wie bei *Scylliorhinus*, nicht unvermittelt, und macht es in hohem Grade wahrscheinlich, dass der oberflächlich entspringende Retr. palp. sup. der zuerst erwähnten Formen dem der Scyllien homolog ist. — Bei *Sc. canicula* fand Ridewood (l. c) caudal vom Spritzloch einen ganz schwachen Constrictor spiraculi. Aus dem Umstand, dass die Fasern des letzteren die des Retractor palp. sup. unter fast rechtem Winkel kreuzen und an dessen Oberfläche befestigt sind, zieht er den Schluss, dass der Retr. palp. superioris „does not belong to the spiracular system", d. h. nach dem Standpunkt R.'s, dass er nicht, wie oben angenommen wurde, dem Retractor palp. sup. der anderen Haie entspricht. Angesichts der bereits bei *Pristiurus sp. 3* (F. 28) sich findenden relativ grossen Selbständigkeit des Constrictor spiraculi (vgl. S. 17) halte ich diesen Einwand nicht für begründet. — Der Retr. palp. sup. der Scyllien bildet stets (bei *Sc. canicula, stellare, bürgeri, (Cephaloscyllium) umbratile)* einen kurzen und breiten Bauch, der an der Aponeurose des oberen Lides inseriert.

Während der Retraktor palp. sup. aus den mehr ventral entspringenden Fasern des für ihn und den Lev. palp. nictitantis gemeinsamen Ursprungs entsteht, bilden die mehr dorsalen den letzteren. Dieser Muskel zieht medial vom Retr. palp. sup. als schlanker Bauch rostoventralwärts um sich am sehnigen Rand des unteren Lides zu befestigen. Wie die Lidmuskulatur überhaupt, so ist auch dieser Muskel bei den Scyllien sehr gleichartig gebaut, nur bei *Sc. canicula* fand ich ihn (im Gegensatz zu Ridewood)

schwächer entwickelt; sein Ende ragte eben noch unter dem Rand des Retr. palp. sup. hervor.

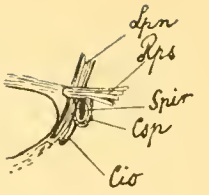
Im Anschluss an Ridewood unterscheide ich bei den Carchariiden im Wesentlichen vier Muskeln, die zwar alle in höherem oder geringerem Masse untereinander und z. T. auch mit dem Levator palatoquadrati verwachsen sind, durch ihre verschiedene Insertion und Funktion, wie auch durch ihre grosse Konstanz sich jedoch als gut individualisiert erweisen:

1. Retractor palpebrae superioris *(Rps);* 2. Constrictor spiraculi *(Csp);* 3. Levator palpebrae nictitantis *(Lpn);* 4. Depressor palpebrae superioris *(Dps);* 5. Dilator spiraculi *(Dsp).*

Die Verhältnisse bei *Mustelus* (vgl. F. 33, 35—37) will ich hier nur kurz andeuten. Hinsichtlich der Details verweise ich auf Ridewood (1899 p. 230—233, f. 1—2). An der Labyrintregion des Schädels entspringen, dem Levator palatoquadrati dicht angeschlossen, der Dilator spiraculi (F. 35), welcher ganz medial zur dorsalen Wand des in rostro-caudaler (horizontaler) Richtung ausgezogenen Spritzlochspalts zieht, sowie der Levator palp. nict. (F. 35—37 *Lpn°*), der zwischen dem Dilator spiraculi und Depr. palp. sup. einer-, und dem Retr. palp. sup. und Constrictor spiraculi andererseits zur Nickhaut zieht. Die drei übrigen Muskeln befestigen sich oberflächlich an dem den C_2d (F. 33) deckenden Bindegewebe. Sie sind am caudalen Ende des Spritzlochs eng mit einander verwachsen. Die beiden für das obere Lid bestimmten Muskeln *(Rps* und *Dps)* umfassen (F. 36) den Lev. palp. nict. derart, dass der Depressor palp. sup. medial, der Retractor p. s. lateral von demselben zum oberen Lid ziehen, an dem sie sich in der Gegend des hinteren Augenwinkels befestigen. Der Constrictor spiraculi, der caudal und dorsal vom Spritzloch untrennbar mit dem Retr. palp. superioris verwachsen ist, umschlingt ventral das Spritzloch, um sich vorn teils mit dem erwähnten Muskel wieder zu vereinigen, teils sich in schwache sehnige Züge fortzusetzen, die das untere Augenlid erreichen.

Vergleichen wir diese Muskulatur mit derjenigen der Scylliorhiniden, so drängt sich die Homologie des Retractor palpebrae superioris von *Pristiurus* (ich verweise speziell auf F. 32 u. 28) mit dem von *Mustelus* ohne weiteres auf, und es wird sehr wahrscheinlich, das der Constrictor spiraculi aus jenem Zipfel dieses Muskels entstand, der bei *Pristiurus* das Spritzloch caudal umfasst. Die horizontal stark zusammengedrückte Gestalt des Spritzlochs bei *Mustelus* erscheint allerdings auffallend und trägt zur Komplikation der Verhältnisse bei. Da ist es nun von Interesse, dass ich bei einem Embryo von *Mustelus vulgaris* (122 m. m. lang) das Spritzloch in vertikaler Richtung (rostro-caudal) abgeplattet fand (Textf. 2 *Spir*), und dass hier der Retractor palpebrae supe-

rioris *(Rps)* ziemlich weit hinter dem Spritzloch und in etwa gleicher Höhe mit dem oberen Rand desselben an der Oberfläche des C_2d entsprang, und dass nur einige wenige Ursprungsfasern sich der caudalen und ventralen Spritzloch-Wand anlegten um sich an der Vorderwand im Bindegewebe zu verlieren. In diesem Stadium stimmt der Muskel im Wesentlichen mit demjenigen von *Pristiurus melanostomus* (F. 30) überein. Die oben ausgesprochene Ansicht von der Abstammung des Constrictor spiraculi von *Mustelus* von einem postspiraculären Zipfel des Retr. palp. sup. wird dadurch wesentlich gefestigt. Sie bringt in detaillierterer Form jene nahe genetische Zusammengehörigkeit beider Muskelportionen zum Ausdruck, welche Ridewood (l. c. p. 242) und Harman (1899 p. 15—20) betonen, und wie sie auch in der innigen Verwachsung beider Portionen sich manifestiert. Im Gegensatz zu den beiden englischen Forschern sehe ich jedoch in der oberflächlichen Lage dieser beiden Muskeln keinen tief greifenden Unterschied gegenüber den am Kranium entspringenden (vgl. unten S. 28). Ich bin deshalb geneigt auch den Retractor palp. sup. von *Scylliorhinus*, dessen Homologie mit dem gleichnamigen Muskel von *Pristiurus* ich oben S. 19 wahrscheinlich zu machen suchte, demjenigen von *Mustelus* (einschliesslich des Constr. spiraculi) zu homologisieren, sie also nicht, wie Ridewood (1899 p. 240) will, nur als konvergente Bildungen aufzufassen.



Textf. 2. *Mustelus vulgaris.* Embryo, 122 mm. Länge. Lid- und Spritzlochmuskeln von der lateralen Seite; c. $^3/_1$.

Schwieriger gestaltet sich ein Vergleich der übrigen Lidmuskeln von *Mustelus* mit denjenigen von *Pristiurus*. Dass eine Homologie zwischen den bei den in Rede stehenden Formen wie auch bei *Scylliorhinus* als Levator palp. nict. bezeichneten Muskeln besteht, ist wohl kaum zu bezweifeln. Es fragt sich jedoch, ob bei *Pristiurus* nur der zur Nickhaut ziehende Muskel hier in Betracht kommt oder auch der oben als Depressor palp. sup. bezeichnete. Diese beiden Muskeln zeigen so enge Beziehungen zu einander, dass man daran denken könnte sie als Spaltungsprodukte eines einzigen Lidmuskels aufzufassen. Letztere Frage steht aber wieder in inniger Beziehung zu der nach dem Zustandekommen der eigentümlichen spiraligen Drehung dieses Muskelpaares. Leider fehlen mir gerade für die Beurteilung dieser Frage alle sicheren Anhaltspunkte. Die Drehung ist bei sämmtlichen Pristiuri schon in gleich hohem Masse ausgebildet. Bei den Scyllien fehlt jede Differenzierung, die mit dem Depressor palp. sup. int. in Beziehung gebracht werden könnte. Wir sind also auf einen direkten Vergleich mit *Mustelus* angewiesen. Hier aber zeigt der Depressor palp. sup., wenigstens in seinem Insertionsteil, einen ähnlichen Verlauf wie der gleichnamige Muskel von *Pristiurus*. Er umgreift in medialwärts gerichtetem Bogen den Lev. palp. nict. (F. 37). Denkt man sich seinen Ursprung lateral von letzterem Muskel dorsalwärts

bis an das Kranium verlagert, so käme eine Spiralwindung zur Stande. Wenn nun ferner der Ursprung des Muskels, nach Verlängerung der Fasern (grösserer Hubhöhe) strebend, sich ventral vom Ansatz des Nickhautmuskels caudalwärts weiter ausbreitete, so könnte noch eine halbe Windung dazu kommen. Dass auch der Lev. palp. nictitantis $1\,^1/_2$ korkenzieherartige Windungen macht, wäre dann einfach durch den Druck des Depr. palp. sup. bedingt. Eine der Haut entlang erfolgende Verschiebung des Ursprungs des Depr. palp. sup. wie sie oben angenommen wurde, erscheint, da wir bei der Gattung *Carcharias* eine ganz ähnliche Wanderung desselben konstatieren können, durchaus nicht unwahrscheinlich. — Auf Grund dieser, allerdings recht unsicheren, Überlegungen nehme ich an, dass der Depressor palp. sup. und der Lev. palp. nict. der Pristiuri denjenigen von *Mustelus* (und also auch der übrigen Carchariiden [vgl. unten]) Homolog sind.

Wie die oben als Depressor palpebrae superioris internus bezeichnete Portion zu deuten ist, bleibt ungewiss.

Was schliesslich den Dilator spiraculi betrifft, so ist zu bemerken, dass die ihn versorgenden Zweige des N c_1 d. bei *Mustelus* zuerst von allen für die Lid- und Spiraculamuskeln bestimmten Ästen abzweigen, und zwar in unmittelbarem Anschluss an die für den Lev palatoquadrati bestimmten Verzweigungen. Diese Portion schliesst sich überhaupt am engsten an den Heber des Oberkiefers an und ist nur undeutlich von ihm getrennt. Sie erscheint als die jüngste und ursprünglich am weitesten rostral gelegene Differenzierung der hier in Rede stehenden Muskeln. Es ist deshalb möglich, dass das ihm entsprechende Material bei *Pristiurus* noch im Lev. palatoquadrati enthalten ist. Es mag immerhin erwähnt werden, dass ich bei *Pristiurus melanostomus* (F. 30*) und *Pr. sp. 2.* einige caudalste Fasern das Lev. palatoquadrati fand, die das Palatoquadratum nicht erreichten, sondern zur rostralen und ventralen Wand des Spritzlochs in Beziehung traten. Seine im Namen ausgedrückte Bedeutung wird der Dilator spiraculi erst mit der Umwandlung des Spritzlochs zu einer horizontalen Spalte gewonnen haben.

Gegen eine direkte Homologisierung der Lidmuskeln der Carchariiden mit denjenigen von *Scylliorhinus* trägt Rudewood auf Grund des Nervenverlaufs Bedenken. Er findet nämlich den Nerv für die Lidmuskeln bei *Mustelus* medial vom Levator palatoquadrati, zwischen diesem und dem Kranium, degegen bei *Scylliorhinus* lateral von dem erwähnten Muskel. In beiden Fällen handelt es sich allerdings um Äste des N c_1 d p. Nach meinen Beobachtungen liegt nicht der ganze Levator palatoquadrati lateral vom Nerven, sondern der Hauptast des letzteren senkt sich nahe dem caudalen Rand des Muskels in denselben ein; ein Teil der Fasern liegt also auch hier medial vom Nerven. Ganz ebenso verhält sich *Pristiurus*. Für *Scylliorhinus* kann ich die Angaben R.'s. völlig bestätigen. In einem näher untersuchten Fall fand ich bei *Mustelus*, dass der Depr. palp.

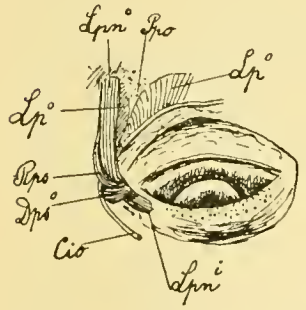
sup. zwei Nervenästchen erhielt, von denen der eine ganz medial vom Levator palatoquadrati verlief, dann den Dilator spiraculi durchbohrte und an der Medialseite in den Muskel eintrat (F. 35 *Ndps*), während der andere sich weiter distal innerhalb des M. lev. palp. nict. von den übrigen Ästen des Nerven trennte, am dorsalen Rand in den M. depr. palp. sup. eintrat (F. 37 *Ndps*), sich in diesem verzweigte und nun von neuem sich in den Lev. palp. nict. begab um sich in Äste aufzulösen. Da der Nerv* bevor er zum ersten Mal in den Lev. palp. nict. eintritt, bereits den Lev. palatoquadrati durchbohrt hat (vgl. F. 35 u. 37) liegen seine Fasern lateral von einem Teil des letztern. Dieser differente Verlauf der Nervenfasern für ein und dasselbe Muskelindividuum scheint mir anzudeuten, dass der Lage des Nerven im Vergleich zum Levator palatoquadrati kein sehr grosser Wert zugesprochen werden kann. — Die Differenzen in der Lage, welche Ridewood betonte, dürften z. T. auf Verschiebungen des Ursprungs und Grössenzunahme des Lev. palatoquadrati bei den Carchariiden zurückzuführen sein (vgl. unten). Alle hier in Betracht kommenden Formen *(Pristiurus, Scylliorhinus, Mustelus)* stimmen darin überein, dass ein Ast (oder mehrere Äste) des Nc_1 d rostromedial in die Muskelgruppe eintritt. Indem ich dieses gemeinsame Moment höher bewerte als die oben hervorgehobenen Differenzen, nehme ich vorderhand an, dass die Muskeln in der Weise zu homologisieren sind, wie ich es oben zu tun versuchte, und dass dieselben gemeinsamen Ursprungs sind. Diese Annahme besitzt jedoch hinsichtlich des genetischen Zusammenhangs zwischen *Pristiurus* und den Carchariiden einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit als in bezug auf denjenigen zwischen diesen Gruppen und *Scyliiorhinus*.

Betrachten wir nun die übrigen Carchariiden. *Triakis scyllium* (F. 38) verhält sich, ebenso wie die von Ridewood (l. c. p. 233) untersuchte Art. *Tr. semifesciatum* Girard, ganz ähnlich wie *Mustelus*. Den Retractor palpebrae superioris *(Rps)* finde ich etwas stärker als bei letzterem, den Constrictor spiraculi schwächer.

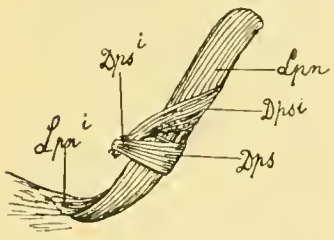
Bei *Galeus* hat (vgl. auch Allis 1897 p. 571 und Ridewood l. c. p. 233—244) im Zusammenhang mit der stärkeren Ausbildung der Nickhaut, der Lev. palp. nict. an Stärke bedeutend zugenommen, während sich die übrigen Muskeln in der Hauptsache wie bei *Mustelus* verhalten. (Hinsichtlich der Details vergl. Ridewood l. c.).

Noch weiter ist das stärkere Hervortreten des Nickhautmuskels *(Lpn)* bei den *Carcharias*-Arten (s. lat.) (F. 39) fortgeschritten, sodass dieser Muskel hier vollkommen dominiert. Er entspringt weit dorsal an der lateralen Fläche der Schädels und besitzt eine ansehnliche Länge (vgl. Textf. 3—5). Der Lev. palp. sup. *(Lps)* dagegen ist zu einem unansehnlichen Rudiment reduziert, das an der Haut dicht hinter dem Augenwinkel entspringt, und, den Lev. palp. nict. medial schlingenförmig umgreifend, wiederum zur Haut des Augenwinkels zieht um an derselben, etwas dorsal von der Ursprungsstelle, zu

inserieren. So wirkt diese Schlinge, wie schon Joh. Müller hervorhob, als eine Rolle, die die Zugrichtung des Lev. palp. nict. „nach hinten und oben dem Zwecke gemäss corrigiert." — Dorsal von diesem rückgebildeten Muskel fand ich bei *C. (Scoliodon)* sp. und *C. (Prionodon) glaucus* ein zweites Muskelrudiment, vermutlich den Retractor palp. sup. *(Rps)* repräsentierend (F. 39, Textf. 3). Es entspringt am subcutanen Bindegewebe caudal vom Lev. palp. nict. etwa an der Grenze von Lev. palatoquadrati und C_2d, dorsal von der Stelle, wo das Spritzloch rückgebildet wurde, und zieht lateral vom Nickhautmuskel in rostroventraler Richtung zur Haut des Augenwinkels. Eine einzelne feine Faser entsprang bei *Prionodon glaucus* weit hinten an der Oberfläche des C_2d. Der Übergang zwischen beiden Rudimenten wird bei *Scoliodon sp* durch einige sehr zarte, ganz locker aneinander gefügte Fasern vermittelt. Bei *Carcharias (Prionodon) glaucus* fand ich ein Paar schwache Fasern, die mit dem Retr. palp. sup. zusammen entsprangen und parallel dem caudalen Rand des Lev. palp. nict. und caudal vom Depr. palp. sup. ventralwärts zogen (Textf. 5 *Dsp*). Sie könnten — falls eine so weit gehende Homologisierung bei diesen rudimentären Gebilden überhaupt möglich ist, — dem Dilator spiraculi verglichen werden. Auffallend ist, dass Ridewood von zwei zum subgen. *Scoliodon* gehörenden Arten *(acutus* und *laticaudus)* ein deutliches Rudiment des Dilator spiraculi beschreibt, während ich bei einem aller Wahrscheinlichkeit nach zu derselben Untergattung gehörenden Embryo (F. 39) jede Spur eines solchen Muskels vermisste. Andrerseits finde ich bei den beiden von mir untersuchten *Carcharias*-Arten (Textf. 2; F. 39) ein deutliches Rudiment des Retractor palp. sup. *(Rps)*, während R. ein solches nicht fand.



Textf. 3. *Carcharias (Prionodon) glaucus.* $^5/_1$. Lidmuskeln schräg von oben.

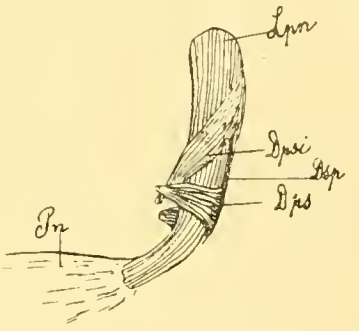


Textf. 4. *Carcharias (Scoliodon?) sp.* Embryo. $^2/_1$. Lidmuskeln von der Medialseite.

An der Medialseite des Lev. palp. nict. fand Ridewood (p. 239 und f. 3, 4) einen Muskel, — er bezeichnet ihn als „accessory muscle", — welcher *(C. laticaudus)* gemeinschaftlich mit dem Dilator spiraculi oder *(C. acutus)* etwas ventral davon entsprang und rostroventralwärts zog. Bei ersterer Art ist der Muskel mit dem Depr. palp. sup. eng verwachsen, bei *C. acutus* frei. Zwischen diesen beiden Formen liegt das von mir bei *Scoliodon* sp. beobachtete Stadium (Textf. 4), wo nur ein lockerer Zusammenhang zwischen beiden Muskeln *(Dpsi* und *Dps)* existiert. Bei *Prionodon glaucus* (Textf. 5) sind sie unabhängig von einander, der „accessory muscle" *(Dpsi)* entspringt teils sehnig,

teils mit einzelnen langen Muskelfasern an derselben Stelle wie der Dilator spiraculi. Die Insertion erfolgt stets an der Haut etwas oberhalb des Augenwinkels *(C. laticaudus)* entweder zusammen mit der des Depr. palp. sup. oder dicht ventral von der letzteren *(Scoliodon sp.* und *Prionodon glaucus).* — Die Deutung des Muskels kann nicht mit Sicherheit gegeben werden. Es ist möglich, dass er eine sekundäre Abspaltung des M. depr. palp. sup. darstellt, es könnte aber auch an einen Vergleich mit dem Depr. palp. sup. internus von *Pristiurus* gedacht werden.

Trotz aller Rückbildungen, die durch den Verlust des Spritzlochs sowie dadurch bedingt wurden, dass das obere Lid seine Beweglichkeit verlor, finden wir also bei den *Carcharias*-Arten. mit alleiniger Ausnahme des Constrictor spiraculi alle jene Differenzierungen wieder, die wir oben bei *Mustelus* kennen lernten. Es muss jedoch betont werden, dass alle eingehenderen diesbezüglichen Untersuchungen bisher an mehr oder weniger weit entwickelten Embryonen vorgenommen wurden. Wie weit die rudimentären Muskeln beim Erwachsenen erhalten bleiben, müssen zukünftige Untersuchungen ergeben.



Textf. 5. *Carcharias (Prionodon) glaucus.* $^2/_1$. Lidmuskeln von der Medialseite.

Von *Sphyrna* (F. 40, 41) beschreiben schon Joh. Müller (1845 p. 122, t. V, f. 3 b) und Sagemehl (1885 p. 100) den kräftigen Nickhautmuskel, u. z. wahrscheinlich von *Sph. zygaena,* welche Art auch mir vorlag. Der Levator palpebrae nictitantis *(Lpn)* entspringt zum geringen Teil mit zarten Sehnenfasern an der oberflächlichen Fascie des M. lev. palatoquadrati (F. 40 *Lpn°**). Bemerkenswert ist eine etwas stärkere Sehnenfaser *(Lpn°)*, die beiderseits (rechts und links am Kopf) vor dem Nc_1d zwischen dem Levator palatoquadrati und dem C_2d austrat und am Bindegewebe zwischen beiden entsprang. Sie bezeichnet den Weg, den der Ursprung des Muskels stammesgeschichtlich zurückgelegt hat. Der grösste Teil des Ursprungs findet am caudalen Rand des innerhalb des Seitenlappens gelegenen Abschnittes des Postorbitalfortsatzes statt. So zieht der Muskel als allmählich etwas verbreiterter Bauch (F. 41) lateralwärts, biegt, sich abplattend, dicht medial vom Ende des Processus an der Ventralseite desselben vorwärts, und gelangt, indem er durch eine als Rolle wirkende sehnige Scheide tritt, zur Nickhaut, wo er inseriert. Schon bevor er an die Ventralseite des Knorpels tritt, hört die Befestigung an demselben auf. Bei *Sphyrna tudes*, die Ridewood (1899 p. 236—237, f. 5) untersuchte, hat der Lev. palp. nict., in engerer Anpassung an die Kopfform, seinen Ursprung weiter distalwärts auf die Caudalseite des Proc. postorbitalis verlegt. Die sehr starke Verlängerung der Kopflappen, kombiniert mit der geringen Ausbildung der Augen, hatte bei

S. blochii (F. 42) zur Folge, dass der Ursprung des Muskels *(Lpn)* noch weiter wanderte. Er entspringt hier an der Ventralseite der durch Verschmelzung von Proc. postorbitalis und caudalem Ast des Proc. praeorbitalis gebildeten Knorpelplatte und stellt einen platten, schwachen Muskel dar. Kurz bevor er das Auge erreicht, läuft er durch eine kurze, schwach sehnige Scheide *(t)*, an der auch noch einige Fasern entspringen.

Ein anderer Muskel (F. 41 *Rps*) entspringt bei *S. malleus* am distalen Teil des Knorpels medial von der Umbiegungsstelle des Nickhautmuskels. Die Hauptmasse der hier enstpringenden Fasern zieht zwischen dem Knorpel und dem Lev. palp. nict. lateral- und rostralwärts. Sie vereinigt sich mit einer Fasergruppe, die lateral vom Nickhautmuskel an der Spitze des Knorpels entspringt und an der Haut des hinteren Augenwinkels inseriert.

Vergegenwärtigt man sich die Verhältnisse bei den übrigen Carchariiden und denkt sich die Kopflappen von *Sphyrna* von ihnen abgeleitet, so ist es klar, dass bei der lateralwärts gerichteten Verlängerung des Proc. postorbitalis und des Lev. palp. nict. die ursprünglich laterale Fläche des letzteren, vorausgesetzt, dass keine Drehung stattfindet, mehr und mehr zur dorsalen werden muss, und dass dieselbe dem erwähnten Knorpelfortsatz zugewandt ist. Die ursprünglich mediale Fläche dieses Muskels aber wird zur ventralen. Urspünglich lateral vom Lev. palp. nict. gelegene Muskeln kommen dorsal von ihm zu liegen, urspünglich medial gelegene ventral.

Auf Grund dieser Überlegung bin ich geneigt in dem oben beschriebenen, zwischen Nickhautmuskel und Knorpel gelegenen Muskel den Retractor palpebrae superioris zu erblicken. Ich weiche darin von der Deutung Ridewoods ab, der den entsprechenden Muskel von *Sphyrna tudes*, wo er an der dorsalen Fläche des Lev. palp. nict. entspingen soll, als Dilator spiraculi bezeichnet. Sowohl die Lage des Muskels wie auch seine Insertion an der Haut in der Gegend des Augenwinkels (bei *S. tudes* „below the extreme lateral margin of the head, and a short distance behind the eye", Ridewood p. 237) sprechen für meine Deutung. Bei *S. blochii* stimmt der Muskel inbezug auf Lage und Ursprung mit dem von *S. malleus* überein. Nur ist er viel schwächer als dort und inseriert etwas weiter caudal, nähert sich also in diesen Punkten dem von *S. tudes*.

Einige wenige schwache Fasern, die bei *S. malleus* zusammen mit dem Retractor palpebrae sup. am Knorpel entspringen, ziehen in der sehnigen Scheide des Levator palp. nict. lateralwärts um sich wieder mit dem Retractor palp. sup. zu vereinigen. Es wäre denkbar, dass diese Fasern dem „accessory muscle" *(Dpsi)* von *Carcharias* entsprechen. In diesem Fall müsste allerdings eine Verlegung des Ursprungs an die rostrale Seite des Nickhautmuskels angenommen werden, denn bei *Carcharias* liegt der Ursprung caudal von demselben. Der Annahme einer solchen Wanderung des Ursprungs wird man aber schwerlich entbehren können, sofern man die fraglichen Fasern überhaupt von bei den

übrigen Carchariiden bestehenden Muskeln ableiten will. Irgendwelche sichere Anhaltspunkte für die Deutung kann ich nicht finden.

Rostral steht der oben als Retractor palp. sup. gedeutete Muskel, durch Übergänge vermittelt, mit einer halbmondförmigen Fasergruppe in Verbindung, die um den Augenwinkel herum vom oberen Lid bis zur Insertion des Nickhautmuskels zieht *(Dps)*. Die Fasern befestigen sich zum grösseren Teil oberhalb des Muskels an der Nickhaut, nur wenige ziehen lateral von derselben etwas weiter ventralwärts zur Haut. Dieses Übergreifen ist nach Ridewood bei *S. tudes* weit stärker ausgebildet, auch bei *S. blochii* ist es besser entwickelt als bei *S. malleus*. Bei *S. tudes* unterscheidet R. (p. 238) drei verschiedene Portionen, deren proximalste (caudalste) eine Schlinge um den Lev. palp. nict. bildet: „the two ends . . . pass upward and forward, and are attached to the posterodorsal border of the eyelid". Es kann also wenigstens in bezug auf diese hinterste Portion nicht zweifelhaft sein, dass R. im Recht ist, wenn er sie als Depressor palp. sup. bezeichnet. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind aber die vorderen Portionen, die mit ihr in direktem Zusammenhang stehen, nur durch Aberrationen des Insertionsteils entstanden. Da diese vorderen Portionen mit dem betreffenden Muskel von *S. malleus* und *blochii* im Wesentlichen übereinstimmen, werden auch sie als Derivate des Depressor palpebrae superioris zu betrachten sein.

Auch die am höchsten differenzierten Formen unter den Carchariiden, lassen somit — die Richtigkeit der gegebenen Deutungen vorausgesetzt, — noch im Wesentlichen dieselben Differenzierungen erkennen, die wir eingangs bei *Pristiurus* fanden.

Ich kehre zur Frage nach der ersten Entstehung der besprochenen Lidmuskeln zurück.

Das Wesentlichste war dabei jedenfalls die Verlegung der Insertion der hintersten Fasern des $C_1 d$ auf die Haut. Eine solche Befestigung haben die Fasern im Gebiet des Spritzlochs bei verschiedenen Haien gewonnen und beibehalten. Findet die Insertion auch in der Regel am ventralen oder ventrocaudalen Teil des Spritzlochs statt, so giebt es doch wenigstens einen Fall, wo die Befestigung bereits am oberen Rand des Spiraculum stattfindet (*Chiloscyllium*, vgl. S. 16). Die Annahme, dass die neuerworbene Insertion an der Haut zuerst relativ weit caudal, in unmittelbarer Nähe des Spritzlochs stattfand, wird dadurch gestützt, dass die Muskeln bei den Scylliorhiniden und Carchariiden stets lateral von dem postorbital verlaufenden Teil des infraorbitalen Schleimkanals *(Cio)* liegen. Eine solche auffallende Lage wird nur dann erklärlich, wenn man annimmt, dass die Muskelinsertion ursprünglich caudal vom Kanal erfolgte, und sich erst sekundär rostralwärts verschob, wobei die Muskeln den Kanal von der Haut medialwärts abdrängten.

Wahrscheinlich standen diese ersten Aberrationen an die Haut noch im Dienst des Spritzlochs. Die fernere Entwicklung könnte man sich folgendermassen denken. Nur

wenn Hand in Hand mit der Dorsalwärtsverlagerung der Insertion eine ventrad gerichtete Verschiebung des Ursprungs ging, konnten die betreffenden Aberrationen als Verengerer des Spritzlochs wirken. So wäre es begreiflich, dass der Ursprung des Muskels caudal vom Spritzloch ventralwärts wanderte. zugleich aber an der Oberfläche des C_1d caudalwärts. Aus dem caudalsten (lateralsten) Teil des C_1d wäre dann der Retractor palp. sup. mit dem Constrictor spiraculi entstanden.

Die relativ grosse Selbständigkeit dieses Doppelmuskels den übrigen Differenzierungen gegenüber veranlasste, wie eingangs erwähnt, Ridewood und Harman in ihnen Abkömmlinge eines Hautmuskelsystems zu sehen, das als etwas Besonderes dem C_1d gegenüber zu stellen sei. Gegen eine solche Deutung spricht die Innervation, die für beide „Muskelsysteme“ die gleiche ist, ganz entschieden, abgesehen davon, dass wir ein solches „purely dermal system of muscles“ von keinem anderen Hai kennen, ein realer Ausgangspunkt für die Differenzierungen also fehlen würde. Die von Harman (1899 p. 15—18) gefundene verschiedene Entwicklung der beiden Muskelgruppen bei *Mustelus*, wonach der Retr. palp. sup. und Constr. spiraculi subdermal, die übrige Lidmuskulatur und der Levator palatoquadrati aber tiefer angelegt werden, scheint mir im Wesentlichen nur die definitiven Verhältnisse wiederzugeben.

Ob der Retr. palp. sup. bei seiner Entstehung am Schädel entsprang, wie bei *Scylliorhinus*, oder ob er sich aus einem Teil des C_1d entwickelte der, wie bei den Notidaniden und *Alopias*, an der Oberfläche des C_2d seinen Ursprung nahm — in diesem Falle würden *Mustelus*, *Triakis*, *Galeus*, *Pristiurus melanostomus* primitive Verhältnisse darbieten, — oder ob er wie bei *Pristiurus sp. 2* von Anfang an teils am Schädel teils am C_2d seinen Ursprung nahm, lässt sich nicht entscheiden. Ungewiss bleibt auch, ob die verschiedenen Muskeln: Retr. palp. sup., Lev. palp. nict., Depr. palp. sup. (und Depr. palp. sup. int.) sich sekundär aus einem einheitlichen, zum Augenwinkel ziehenden Muskel herausdifferenzierten oder ob sukzessive neue Bündel des C_1d sich den zuerst zum Lidapparat in Beziehung getretenen zugesellten. Mit einiger Sicherheit lässt sich nur sagen, dass der Retractor palp. sup. + Constr. spir. den caudalsten, dem Rand des Spritzlochs ursprünglich am nächsten gelegenen Teil repräsentiert. Wahrscheinlich ist ferner (vgl. S. 22), dass der Dilator spiraculi das vorderste und zuletzt erworbene Glied der Kette darstellt. Auf ihn würde vermutlich der Levator palp. nict. folgen, da der Hauptstamm des Nerven, wenigstens bei den Carchariiden, ihn durchbohrt ehe er zu den anderen Muskeln Zweige entsendet. In sehr naher Beziehung zu ihm steht, — auch hinsichtlich der Innervation, — stets der Depressor palp. sup.

Überblicken wir noch einmal kurz die Lidmuskeln bei allen oben besprochenen Formen, so finden wir bei *Pristiurus* bei grosser Komplikation zugleich eine grosse Varia-

bilität, speziell der medialsten und lateralsten Elemente. Es ist, als wäre der M. spiracularis durch die neuerworbenen Beziehungen zum Lidapparat in Bewegung geraten, als machte sich gleichsam ein Suchen nach neuen festeren Normen geltend. Beide Augenlider erhalten Muskeln, wobei das obere gewissermassen bevorzugt erscheint, indem es nicht weniger als drei Muskeln erhält. Andererseits macht sich am unteren Lid die Differenzierung einer Falte bemerkbar, die die Beweglichkeit des Lidrandes erhöht. [1] Die Muskulatur dieses Lides zeigt grosse Konstanz.

Bei *Scylliorhinus* sind feste Formen der Muskulatur erreicht worden. Die Muskulatur ist ausserordentlich einfach: je ein Muskel für das obere und untere Lid. Beide Lider tragen annähernd gleichmässig zum Schluss der Augenspalte bei.

In einer anderen Richtung ging die Differenzierung bei den Carchariiden. Wir finden bei *Mustelus* und *Triakis* Zustände, die an diejenigen von *Pristiurus* Anklänge zeigen und auf einen gemeinsamen Ursprung hindeuten. Von Anfang an macht sich jedoch hier eine Präponderanz des Levator palp. nict. geltend. Die schon oben erwähnte Falte hat sich vertieft, der obere Teil des unteren Lides ist zur Nickhaut geworden, diese entwickelt sich mehr und mehr. Hand in Hand damit entfaltet sich der Nickhautmuskel zu bedeutender Stärke, während die übrigen Muskeln rudimentär werden und z. T. nur noch als schwacher Hülfsapparat der Nickhaut eine Rolle spielen. Das obere Lid ist wieder rückgebildet und unbeweglich geworden. [2]

---

[1] Durch die Arbeiten Ridewood's (1899), Harman's (1899) und Doenecke's (1899) wurde vergleichend anatomisch sowohl wie ontogenetisch nachgewiesen, dass die Nickhaut der Carchariiden den ursprünglichen oberen Rand des unteren Lides darstellt, der durch eine tief einschneidende Falte von dem übrigen Teil des Lides, welches nun das sekundäre untere Lid darstellt, abgetrennt wurde. Da keiner der oben erwähnten Autoren *Pristiurus* untersuchte, möchte ich hier darauf hinweisen, dass diese Gattung den Werdegang in schöner Weise illustriert. Die Falte im unteren Lid ist deutlicher ausgeprägt als bei *Scylliorhinus*, steht aber hinter derjenigen von *Mustelus* und *Triakis* bedeutend zurück. Sie ist in der Nähe des vorderen Augenwinkels am tiefsten. Das Integument der gesammten Falte ist noch mit Hautzähnchen versehen.

[2] Harman (1899 p. 18) glaubte zwischen der Ausbildung des Spritzlochs und derjenigen der Lidmuskeln eine umgekehrte Proportionalität feststellen zu können. Er ordnet die von ihm untersuchten Plagiostomen nach der relativen Grösse des Spritzlochs: Rochen, *Squatina, Squalus, Scylliorhinus. Mustelus, Galeus, Carcharias* und *Sphyrna*. Die beiden zuerst genannten haben sehr weite Spritzlöcher und entbehren der Lidmuskeln, während mit der Grössenabnahme und dem Schwund der ersteren in der obigen Reihe die Ausbildung und Komplikation der Lidmuskeln zunimmt. — Diese scheinbare Korrelation, für die auch Harman keine Erklärung findet, ist zweifelsohne nur als eine zufällige Kombination aufzufassen und erweist sich bei Berücksichtigung einer grösseren Anzahl Formen als unzutreffend. Ich erinnere nur an *Lamna*, bei der das Spritzloch gänzlich rückgebildet wurde, nach Harman's Regel also eine gut entwickelte Lidmusknlatur zu erwarten wäre, während sie in Wirklichkeit gänzlich fehlt, andererseits möchte ich auf die unten zu besprechende, gut entwickelte Lidmuskulatur von *Etmopterus spinax* hinweisen, die neben einem relativ gut entwickelten Spritzloch besteht. Zahlreiche andere „Ausnahmen" von dieser Regel könnten leicht hinzugefügt werden. (Da es sich hier um eine mehr physiologische Korrelation handelte, habe ich, — ebenso wie Harman, — den phylogenetischen Ursprung der Lidmuskeln nicht berücksichtigt).

D. Levator palatoquadrati *(Lp)*.

(Levator maxillae superioris Vetter).

Weit weniger veränderlich als der M. spiracularis ist der Levator palatoquadrati.

Bei den meisten der S. 8 erwähnten Formen mit weit caudalwärts ausgedehnter Mundspalte, und rückgebildetem Spritzloch stellt der ganze mächtig entfaltete $C_1 d$ funktionell einen Levator palatoquadrati dar. Diesen Formen schliessen sich die Notidaniden (F. 3—5, vgl. S. 11) eng an. Durch die Ausbildung des Postorbitalgelenks wurde zwar eine Spaltung des Muskels angebahnt, doch wirkt er nach wie vor, — mit Ausnahme des caudalsten Teils, — einigermassen einheitlich als Adductor und Levator des Palatoquadratum.

Die Squaliden[1], bei denen wir stets eine Portion sich als Levator palatoquadrati herausdifferenzieren sahen (S. 11), weisen ausserordentlich einförmige Verhältnisse auf. Die in Rede stehende Portion (vgl. F. 8, 9, 12, 14, 16 *Lp*) ist mässig stark entwickelt, entspringt an der Labyrintregion caudal vom Postorbitalfortsatz und inseriert medial oder etwas vor dem Processus muscularis des Palatoquadratum an dem oberen (abdentalen) Rand oder etwas nach innen oder aussen von demselben. Die Fasern sind mehr oder weniger schräg lateral- und rostralwärts gerichtet. — Bei *Pristiophorus* (F. 17 a *Lp*) entspringt der Muskel an der Ventralseite des Postorbitalfortsatzes und zieht, sich verbreiternd, fast vertikal abwärts (ventrad) zum mittleren Drittel des Palatoquadratum, um hier an der oberen Kante zu inserieren. — Auch *Squatina* (F. 18) zeigt nur unwesentliche Abweichungen. Der Muskel bildet einen relativ schmalen Bauch, der hinter dem Postorbitalfortsatz an der Labyrintregion teils fleischig, teils kurzsehnig entspringt und horizontal lateralwärts zieht, um an dem medialen Teil des dorsalen Quadratum-Fortsatzes[2] zu inserieren *(Lp')*, und zwar wiederum zum Teil sehnig, indem ein Paar dünne Sehnenstränge in das Innere des Muskels ragen.

Unter den Batoidei sei an erster Stelle *Pristis* (F. 46 *Lp*) angeführt.

Der Ursprung des Levator palatoquadrati nimmt an der lateralen Fläche der Labyrintregion ein annähernd dreieckiges Feld ein, dessen Basis an der oberen, lateralen Kante des Schädels hinter der Orbita liegt, während die Spitze unmittelbar vor das Austrittsloch des N. VII, auf einen kleinen Vorsprung fällt. Von hier begiebt sich der Muskel rostral- und ventralwärts, zieht ventral unter dem M. praeorbitalis durch und

[1] Mit Ausnahme von *Echinorhinus*.

[2] Vgl. Gegenbaur 1872 t. XI f. 2 m.

befestigt sich an der internen Fläche und dem abdentalen Rand des Palatoquadratum in der Nähe der Symphyse, ohne jedoch die Mittellinie zu erreichen. Daneben befestigen sich Faserbündel an der dorsalen Mundschleimhaut, und zwar sowohl symphysial- wie auch articularwärts von dem zum Knorpel ziehenden Teil des Muskels. Diese Art der Insertion am symphysialen Teil des Palatoquadratum und an der dorsalen Mundschleimhaut ist charakteristisch für die Mehrzahl der Rochen (nur die Torpediniden machen z. T. eine Ausnahme davon).

Die Rhinobatiden zeigen am Ursprung des Muskels eine Spaltung in zwei Portionen, deren eine dorsal vom Austrittsloch des N. VII an der Labyrintregion, an der oberen lateralen Kante des Schädels oder ventral vom Proc. postorbitalis entspringt (F. 44 *Lp*°). Die andere befestigt sich bei *Rhynchobatus* ventral und rostral von dem erwähnten Loch in einer Grube unterhalb des vor dem N. VII gelegenen Vorsprungs. Bei *Rhinobatus*[1] wurde der letztere Ursprung caudalwärts verlagert, sodass er ventral und caudal vom N. VII erfolgt. So auch bei *Raja clavata* (Tiesing 1896 p. 91) und *R. erinacea* (Marion 1903 p. 19). Noch weiter geht diese Verlagerung bei *R. oxyrhynchus*, wo die in Rede stehende Portion an der Rostralseite jenes Vorsprungs erfolgt, an dem das Hyomandibulare befestigt ist. — Auch bei *Trygon* ist dieselbe Spaltung vorhanden. Das ventrale Bündel entspringt hier an einem Knorpelvorsprung lateral, rostral und ventral vom VII-Loch.[2] — Im Gegensatz zu dem ventralen Ursprungsbündel verhält sich das dorsale sehr gleichartig, im Wesentlichen mit dem Verhalten bei den Rhinobatiden übereinstimmend. Vor dem N. VII vereinigen sich stets beide Portionen, um, ähnlich wie es oben für *Pristis* angegeben wurde, zu inserieren (Rhinobatiden, *Raja*) oder sich noch stärker auszubreiten und symphysial in der Mittellinie am Knorpel sowohl wie an der Schleimhaut mit einander zu verschmelzen (*Trygon* F. 49, *Myliobatis* F. 60 *Lp*'). Letztere Gattung stellt in dieser Hinsicht die extremste von den untersuchten Formen dar; es hat sich hier ein förmlicher Constrictor der dorsalen Mundschleimhaut herangebildet.

Eigentümlich verhält sich der Muskel bei *Raja*[3] wie Marion (1905 p. 19) bereits bei *R. erinacea* Mitsiill erkannte. Der Muskel wird nämlich in seinem lateralen Teil durch eine Zwischensehne unterbrochen, die sich in einen zum distalen Ende des

[1] Tiesing (1896 p. 91) hat diesen tiefen Ursprungskopf bei *Rhinobatus* offenbar übersehen.

[2] Ob auch bei *Myliobatis* ein solches ventrales Bündel vorhanden ist, habe ich leider versäumt zu untersuchen.

[3] Da ich diesen Bau bei Vertretern der *Rajae brachyrhynchi* sowohl *(R. clavata*; hierher auch die von Marion untersuchte *R. erinacea*) wie der *Rajae macrorhynchi (R. oxyrhynchus)* fand, so ist es wahrscheinlich, dass er in dieser Gattung allgemein oder doch sehr weit verbreitet ist.

Hyomandibulare ziehenden Sehnenstrang fortsetzt. Durch diese Befestigung kommt eine flächenhafte Ausbreitung des Muskels zu stande. — Die Zugrichtung wird eine mehr laterale. — Wie diese eigentümliche Einrichtung phylogenetisch entstand, bleibt vor der Hand durchaus unklar. Vielleicht können Befunde an anderen, bisher nicht untersuchten Rochen Aufklärung hierüber geben.

Die *Torpediniden,* welche oben noch nicht besprochen wurden, besitzen nur einen dem oberen Ursprungskopf der übrigen Rochen entsprechenden Muskel.[1] Der Ursprung desselben wurde jedoch auf die dorsale Fläche des Schädels verschoben, bei *Astrape* (F. 56 *Lp*) in geringerem Grade, bei *Torpedo* (F. 52 Lp^o) dagegen bis in die Nähe der Mittellinie. Der Ursprung nimmt nur einen schmalen Streifen ein. Der Muskel ist schlank, anfangs abgeplattet, doch konvergieren die Fasern rasch, sodass der Querschnitt des Muskels ein ovaler wird. Die Insertion erfolgt bei *Astrape* in etwa halber Länge des Palatoquadratum an einem lateralen Höcker der abdentalen Kante (F. 57, 58 Lp^i), bei *Torpedo* (F. 54) weiter symphysial, zwischen dem 1. und 2. Fünftel des Knorpels.

Es fragt sich nun, welche Umstände die weitgehende symphysiale Verschiebung der Insertion bedingten. Zunächst lässt sich ein offenbarer Zusammenhang mit dem Fehlen der Palatobasalverbindung zwischen Schädel und Palatoquadratum (vgl. Gegenbaur 1872, p. 64) feststellen. Indem diese rückgebildet wurde, wurde eine freiere Beweglichkeit des symphysialen Abschnitts des Oberkiefers ermöglicht. Das articulare, mit dem Hyomandibulare verbundene Ende des Knorpels stellt einen relativ festen Punkt dar. Unter solchen Umständen musste eine Befestigung des Muskels am freien Ende des Hebelarms, — eben in der Gegend der Symphyse, — die grössten Vorteile bieten. Das gilt in besonders hohem Grade für diejenigen Fälle, wo die Kiefer eine ausgesprochene Bogenform besitzen und die Mundspalte in der Ruhelage horizontal gestellt ist *(Torpedo, Myliobatis).* — Die Ausbreitungen der Insertion an der Mundschleimhaut stehen vielleicht zu jenen klappenartigen Falten der Mundschleimhaut, denen besonders Rand (1907) nähere Beachtung geschenkt hat, in Beziehung.

Von den Astrospondyli wurde der Gattungen *Lamna* und *Odontaspis* bereits oben S. 30 und 8 gedacht. Bei *Mitsukurina* (F. 20) hat die völlige Loslösung des Kieferapparats vom Kranium und seine ventrale Verschiebung zu einer extremen Längenzunahme des Muskels geführt. Der Ursprung ist auf die Dorsalseite des Kraniums verlagert (F. 63 Lp^o) und findet medial und caudal von der Basis des Proc. postorbitalis, teils am Rand einer Vertiefung am Kranium, teils an der Oberfläche der spinalen Muskulatur lateral von der Parietalgrube statt. Er umfasst (F. 63) ein V-förmiges

[1] Ob einst ein ventraler Ursprungskopf vorhanden war, oder ob sich die *Torpedinidae* abzweigten bevor eine Spaltung des Muskels eingetreten war, muss dahingestellt bleiben.

Feld, dessen Spitze medialwärts gekehrt ist. Von hier zieht der Muskel (vgl. F. 20), sich verschmälernd, ventral- und rostralwärts um den Postorbitalfortsatz herum, und weiter als gleichmässig breites Band bis zum Palatoquadratum, an dessen lateraler (externer) Fläche in etwa $^1/_2$ Länge des Knorpels er inseriert *(Lp^i)*.

In der bedeutenden Längenzunahme des Muskels, eine Zunahme, die nicht nur als eine durch die Verlagerung des Kieferapparats sozusagen notgedrungene passive Ausdehnung sich erweist, sondern auch in dem aktiven Dorsalwärtswandern des Ursprungs zum Ausdruck kommt, kann man, — abgesehen von allen Verschiedenheiten im Uebrigen, — eine Konvergenz mit den bei den Rochen bestehenden Verhältnissen erkennen. Hier wie dort sehe ich die nächstliegende Ursache für die bedeutende Längenzunahme in der Lösung der Palatobasalverbindung, durch welche weitere dorsoventrale Exkursionen des symphysialen Oberkieferendes ermöglicht wurden als vorher, wobei sich der Knorpel um die Verbindung mit dem Suspensorium als relativ festen Punkt dreht.

Der Levator palatoquadrati von *Alopias* [1] (F. 23) nähert sich bereits den bei Scylliorhiniden und Carchariiden vorkommenden Gestalten dieses Muskels. Er entspringt am ventralen Rand des Proc. postorbitalis und zieht fast vertikal abwärts zur Medialseite des Palatoquadratum um hier am Übergang vom Quadratteil zum Palatinum zu inserieren.

Auffallend schwach im Verhältnis zu dem kolossalen Kieferapparat ist der Muskel bei *Heterodontus* (F. 26 *Lp*). Er stellt einen in rostrocaudaler Richtung zusammengedrückten trapezförmigen, innen kürzeren, aussen breiteren Bauch dar, der am ventralen Rand der hinteren Wandung der Orbita (dem Postorbitalfortsatz entsprechend) entspringt und schräg rostro-ventralwärts gerichtet, zum Palatoquadratum zieht, an dessen caudalem Teil (etwa am hintersten $^1/_5$) er inseriert.

Fast horizontal ist die Lage des Muskels bei *Chiloscyllium* (F. 25), was durch die stark rostrale Verschiebung des Kieferapparats bedingt ist. Er ist in drei Portionen zerfallen, von denen jedoch zwei, — ich fasse sie als Levator palatoquadrati lateralis *(Lpl)* zusammen, — noch Verwachsungen unter einander zeigen, während die dritte Portion, der Levator palatoquadrati medialis, sich vom übrigen Muskel ganz abgetrennt hat.

Der Ursprung des Lev. pal. lateralis findet an der Labyrintregion ventral vom Proc. postorbitalis und etwas weiter caudal, die Insertion am oberen vorderen Winkel des Quadratteils des Palatoquadratum statt. Der Muskel hat einen sehr komplizierten

[1] Es muss besonders betont werden, dass das untersuchte Exemplar noch sehr jung war und in der Körperform noch nicht die definitiven Proportionen zeigte.

Bau. Sowohl Ursprung wie Insertion sind teils fleischig teils sehnig, u. z. derart, dass eine langsehnig entspringende, mehr ventrale und mediale Portion gegen die Insertion hin zu einem fleischigen Bauch anschwillt, während umgekehrt die fleischige Ursprungsportion, welche mehr lateral und dorsal liegt und die erwähnte Sehne überdeckt, distal in eine lange und schlanke Insertionssehne übergeht, die in eine Rinne des fleischigen Insertionsteils eingesenkt ist. In geringerer Menge spannen sich ferner Fasern zwischen den beiden Sehnen aus, wodurch die Einheitlichkeit des Muskels noch zum Ausdruck kommt. Durch die beschriebene Anordnung der Sehnen bildet der Muskel als Ganzes in der Mitte eine Mulde, auf der der Bulbus oculi ruht. Eine Kontraktion des Muskels wird auf den letzteren keinen (oder nur einen sehr geringen) Druck ausüben.

Der Lev. pal. medialis ist fast ganz vom lateralen überdeckt und wird erst nach dessen Entfernung sichtbar. Er entspringt am ventralen Rand der caudalen Wand der Orbita (ventral vom Proc. postorbitalis) und zieht vorwärts und etwas schräg abwärts gerichtet als gleichmässig schlanker Bauch zur Medialseite des Palatoquadratum, wo er bedeutend weiter ventral als der äussere Muskel inseriert.

Sehr einförmig ist der Muskel bei den Scylliorhiniden (F. 27, 28, 30—32 *Lp*). Er entspringt ventral vom Proc. postorbitalis, — manchmal die ventrale Kante desselben Y-förmig umfassend, — an der Labyrintregion und zieht lateral- und ventralwärts zum hinteren Teil des Palatoquadratum (bei *Sc. stellaris* (F. 27) überschreitet er symphysialwärts nicht das caudalste $^1/_3$ des Palatoquadratum, bei *Sc. bürgeri* war der betreffende Bruch etwa $^1/_6$, bei *Pristiurus* $^1/_5$), Bei allen diesen Formen ist der Muskel schwach, — manchmal nicht stärker als einer der Lidmuskeln. Seine Bedeutung als Heber (bez. Adductor) des Palatoquadratum dürfte relativ gering sein. Da er stets vom Spritzlochkanal mehr oder weniger stark vorgebuchtet wird (vgl. F. 31) muss seine Kontraktion das letztere verengern. Hierin möchte ich einen wichtigen Teil seiner Funktion erblicken. Es hat hier ein ursprünglich weiter rostral gelegener Abschnitt die Funktion des caudalsten Teils des C_1d übernommen, nachdem letzterer sich in den Bewegungsapparat der Augenlider umgewandelt hatte. Bei *Pristiurus melanostomus* fand ich sogar ein Paar Fasern, die nicht an dem Palatoquadratum Befestigung gewannen, sondern sich dem Spritzlochkanal anlegten und sich an dessen Ventralseite an der Haut anhefteten.

Kräftiger, und als reiner Levator palatoquadrati funktionierend, ist der Muskel bei *Mustelus* (F. 33, 35, 36) und *Triakis* [1] (F. 38). Er entspringt bei *Mustelus* ventral und caudal vom Proc. postorbitalis an der Labyrintregion, bei *Triakis* erstreckt sich

[1] Auch bei *Triakis* fand ich jedoch einige caudalste Fasern die, ventral das Spritzloch umschlingend, teils am Hyomandibulare Befestigung gewannen, teils an der Wandung des Spritzlochs selbst inserierten.

sein Ursprung vor wie hinter dem Postorbitalfortsatz etwas weiter dorsalwärts, hinten auch den caudalen Rand dieses Fortsatzes einnehmend *(Lpo")*. Die Fasern ziehen bei *Mustelus* (F. 36) annähernd parallel ventral- und lateralwärts, bei *Triakis* konvergieren sie stärker In beiden Fällen findet die Insertion kurz vor dem Kiefergelenk, dorsal, an der Innenseite des Knorpels, statt. — Hier wie auch bei *Galeus* und *Carcharias* bildet der Muskel einen ansehnlichen Teil der hinteren Begrenzung der Orbita.

Ähnlich wie bei *Triakis* sind die Ursprungs- und Insertionsverhältnisse bei *Galeus*, nur ist der Muskel hier sehr kräftig und hat seinen vorderen Ursprungszipfel bis dicht unter das Dach der Orbita vorgeschoben.

Eine solche Ausbreitung des Ursprungs in dorsaler Richtung finden wir in noch höherem Grade bei *Carcharias* (F. 39, Textf. 3 *Lp"*, S. 24), wo der Muskel gleichfalls eine sehr ansehnliche Entwickelung erreicht. Er umgreift hier mit einem vorderen und einem hinteren Ursprungszipfel den Proc. postorbitalis, nur einen schmalen dorsalen Streifen sowie die Spitze frei lassend, ferner dehnt sich der Ursprung dorsal vom Auge rostralwärts bis zum Proc. antorbitalis aus, wobei ein Teil der Fasern an der supraorbitalen Aponeurose entspringt. Gegen die Insertion hin verschmälert sich der Muskel sehr stark. Er befestigt sich an der Innenseite des abdentalen Randes des Palatoquadratum etwas vor dem Gelenk.

Eine ähnliche, aber noch mächtigere Entwicklung erreicht der Muskel bei *Sphyrna*. Indem hier das Auge mit seinen Muskeln weit aus der Orbita hinausrückte, ohne dass letztere sich völlig rückbildete, erhielt der Ursprungsteil des Levator palatoquadrati einen ansehnlichen Raum für seine Ausdehnung (F. 40). Der Ursprung beschränkt sich jedoch nicht auf die Knorpelfläche dieser Höhlung und die schon bei *Carcharias* von ihm eingenommenen Gebiete, sondern greift auf die Dorsalseite des Schädels, auf die Ethmoidalkapsel und die oberflächliche Fascie über, wobei er ein Stück mit in den seitlichen Kopflappen eindringt. Der ursprünglich caudal am Proc. postorbitalis entspringende Ursprungszipfel hat sih zum grossen Teil dorsal über diesen hinweg bis zum Kranium verschoben, wo er mit dem ursprünglich vor dem in Rede stehenden Fortsatz gelegenen Teil des Muskels verschmilzt. Die Fasern konvergieren zu einem schmalen Insertionsteil, der sich medial am oberen Rand des Palatoquadratum in der Nähe des articularen Endes dieses Knorpels befestigt. Ventral ist der Muskel (F. 41) nur durch die zahlreichen, starken Nerven und durch eine Bindegewebsschicht von dem M. praeorbitalis getrennt.

Während wir bei den *Batoidae* eine starke symphysialwärts gerichtete Verschiebung der Insertion des Levator palatoquadrati fanden, welche in der Verschmelzung der

beiderseitigen Muskeln in der Mittellinie gipfelte, sehen wir bei den Scylliorhiniden und Carchariiden ein entgegengesetztes Extrem erreicht, eine Insertion kurz vor dem Kiefergelenk. Es wurde oben versucht diese Verhältnisse bei den Batoidae darauf zurückzuführen, dass mit dem Schwund der Palatobasalverbindung das symphysiale Ende des Palatoquadratum in weit höherem Grade beweglich wurde als das articulare. Der Analogieschluss, dass bei den Scylliorhiniden und Carchariiden die Palatobasalverbindung fester wäre, infolgedessen das articulare Ende des Knorpels das beweglichere, liegt nahe bei der Hand. In der Tat fand ich an frischem Material von *Galeus* und *Mustelus,* wie unten des näheren ausgeführt werden soll. dass, wenn durch einen Druck in der Zugrichtung des Coracomandibulare das Maul aufgesperrt wird, die symphysialen Enden der Palatoquadrata nicht wie bei Rochen vom Schädel abgehoben, sondern nur rostralwärts vorgeschoben und an zwei ventrale Vorsprünge der Schädelbasis (entsprechend in * F. 41) angedrückt werden. In dieser Stellung ist die Verbindung zwischen Palatoquadratum und Kranium eine relativ feste, und diese neuerworbene Verbindung entspricht physiologisch einer engeren Befestigung in der Palatobasalverbindung.

Kap. II. M. praeorbitalis *(Pro).*

Da der gebräuchlichste Name des Muskels, Levator labii superioris (Vetter) der Funktion nicht entspricht und seinen Grund in einer irrtümlichen Annahme hat. so halte ich es für angezeigt den obigen neuen Namen einzuführen. Er bezieht sich auf die Lage des Ursprungs, zugleich aber auch auf die Genese, indem ich in der starken Entfaltung des Auges die Haupt-Ursache seiner Abspaltung vom übrigen Constrictor I vermute (vgl. weiter unten).

Wichtigste Synonyme (seit Vetter 1874):

Levator labii superioris: Vetter 1874, Sagemehl 1885, Dohrn 1885 etc., Tiesing 1896, Drüner 1903, K. Fürbringer 1903.

Add. β: Vetter 1874, Ruge 1896, Allis 1897, 1901.

M. labialis anterior: Jaquet 1900.

Levator labialis superioris: Marion 1905.

Ich beginne die Schilderung mit den Astrospondyli.

Bei *Pristiurus sp. 3.* (F. 28) entspringt der Muskel an der Ventralseite des Proc. praeorbitalis sowie an der caudalen Fläche der Nasenkapsel. Er tritt über den dorsalen Rand des Palatoquadratum und begiebt sich mit konvergierenden, und z. T. schnig

werdenden Fasern zum Mundwinkel, wo er an der Zwischensehne des M. adductor mandibulae (vgl. unten) inseriert. Schon an der lateralen Fläche des Palatoquadratum verschmilzt er jedoch z. T. mit den vordersten Fasern des Adductor mandibulae. Der ganze M. praeorbitalis ist hier von gedrungenem Bau, und erscheint einfach als eine vorderste Portion des Adductor mand., die sich nur durch ihren Ursprung am Kranium von dem Hauptteil det Muskels unterscheidet. — Ganz ähnlich verhält sich der Muskel bei den *Scylliorhinus*-Arten, nur ist hier der Ursprung mehr oder weniger sehnig, ferner bei den übrigen Arten der Gattung *Pristiurus*, wo er aber etwas schlanker ist. Bei den Carchariiden breitet sich der Muskelursprung weiter ventralwärts aus. Bei *Mustelus* (F. 33, 34), wo der Muskel sehr kräftig ist, ferner bei *Triakis*, umfasst er am Ursprung die Nasenkapsel von hinten und unten derart, dass ein Zipfel sich an der caudalen Wand der Nasenkapsel (vordere Wand der Orbita) dorsalwärts ausdehnt, während der andere an der Ventralseite medialwärts ragt. Auch bei *Galeus* [1] und bei *Sphyrna* ist der M. praeorbitalis sehr kräftig, und entspringt an der hinteren Wand der Nasenkapsel, am Proc. praeorbitalis beginnend und bis zur Ventralseite reichend. Eine Spaltung in zwei Ursprungszipfel ist hier nicht zu bemerken.

Sehr stark ist diese Spaltung dagegen bei den beiden untersuchten *Carcharias*-Arten ausgeprägt, besonders bei *Scoliodon*(?) sp. (F. 39). Dabei entspringt der obere Zipfel mehr an der medialen als an der vorderen Wandung der Orbita und zieht bei *Scoliodon* sp. dorsalwärts bis dicht unter den Ursprung des M. obliquus inferior, bei *Prionodon* aber bis unmittelbar ventral vom Eintrittsloch des N. ophthalmicus superf. Der ventrale Zipfel reicht bis dicht an einen Höcker des Kraniums, der durch Bindegewebe fest mit dem Palatoquadratum verbunden ist. Der ganze Muskel ist hier weit schlanker gebaut als bei den übrigen Carchariiden. Wieweit er sich beim Erwachsenen ebenso verhält, muss die Zukunft lehren.

Bei allen Carchariiden geschieht die Insertion in ganz derselben Weise wie bei den Scylliorhiniden an der Zwischensehne des Add. mand. In der Regel findet sich gegen die Insertion hin an der Ventralseite des Muskels ein mehr (z. B. *Sphyrna* F. 40, *Mustelus* F. 34) oder weniger (*Scoliodon* sp. F. 39) ausgebildeter Sehnenspiegel.

Mächtig entwickelt ist der M. praeorbitalis bei *Heterodontus* (F. 26), zugleich aber so innig mit dem Add. mand. verwachsen, dass eine genaue Abgrenzung der Muskeln gegen einander zur völligen Unmöglichkeit wird. Sein Ursprung *(Pro°)* umfasst die laterale und caudale Wandung der Nasenkapsel und dehnt sich in der Orbita an der medialen Wand bis zum Opticusloch aus, er greift ferner auf die oberflächliche Fascie über (vgl. den speziellen

[1] Vergl. das Kapitel über die Funktion des Kieferapparats.

Teil). Im Gegensatz zu den oben besprochenen Formen inseriert der Muskel hier nicht an einer Zwischensehne des Add. mand., sondern zieht medial vom N. V_3 ohne Unterbrechung direkt zum Unterkiefer hinab um dort zu inserieren *(Prov)*. Nur einzelne Fasern werden in der Gegend des Mundwinkels für eine kurze Strecke sehnig, eine zusammenhängende Sehne existiert aber nicht. Ein solcher ununterbrochener Verlauf des Muskels vom Kranium fast vertikal hinab zum Unterkiefer wird bedingt durch den sehr kleinen Mund und die ungewöhnlich rostrale Lage des Kieferapparats. Durch seine Insertion in grösserer Entfernung vom Gelenk, also an einem längeren Hebelarm als der Add. mand., musste er hier eine grosse Bedeutung gewinnen. In der Tat wetteifert er mit den übrigen Portionen des Kaumuskels an Stärke. Er verdankt wie diese seine Mächtigkeit in letzter Linie der Nahrung des Tieres, die aus hartschaligen Wirbellosen (Mollusken, Echinodermen, Brachyuren, etc.) besteht, und die das Gebiss in bekannter Weise umwandelte. Die im vorderen Teil des Muskels am meisten medial gelegenen Fasern erreichen den Unterkiefer nicht, sondern inserieren teils am oberen Ende des hinteren oberen Lippenknorpels, der medial vom Muskel liegt, und auf den sie als Heber wirken, teils an der Mundschleimhaut zwischen Ober- und Unterkiefer.

Eine ähnlich rostrale Kieferstellung und kleine Mundöffnung wie *Heterodontus* besitzt *Chiloscyllium* (F. 24, 25). Auch hier waren also dieselben günstigen Bedingungen für die Entfaltung des M. praeorbitalis gegeben, wie bei jener Gattung. In der Tat beschreibt Sagemehl (1885 p. 101) eine solche mächtige Entfaltung des Muskels von *Chiloscyllium plagiosum*. „Bei diesem Hai entspringt er von der ganzen oberen Fläche des knorpeligen Orbitaldachs, nach hinten bis zur Schädelinsertion des dorsalen Seitenrumpfmuskels reichend. Ferner nehmen seine Fasern auch von der lateralen Kante des Cranium zwischen dem Antorbitalfortsatze und der Nasenkapsel ihren Ursprung. Er verläuft vor dem Antorbitalfortsatz nach unten um sich am Unterkiefer dicht vor dem *Adductor* zu inserieren." Mit dieser Beschreibung stimmt auch *Ch. punctatum* nach meinen Beobachtungen im Wesentlichen überein. Der M. praeorbitalis *(Pro")* entspringt nicht nur an der ventralen Kante des Proc. antorbitalis, wobei er unbedeutend auf die Caudalseite desselben übergreift (F. 25), sondern streckt sich über das Dach der Orbita bis zum vorderen Rand der Parietalgrube und der spinalen Muskulatur (F. 25). Schon oberflächlich zeigt der Muskel eine lange Insertionssehne, an der sich die von der dorsalen Kranialfläche kommenden Fasern zweizeilig befestigen. Diese Sehne schiebt sich am Mundwinkel unter den Adductor mand. und inseriert, von ihm bedeckt, am Unterkiefer. — Eine andere Sehne sammelt die vom Präorbitalfortsatz kommenden Fasern, tritt, die vorerwähnte Sehne kreuzend, über diese hinweg und dient den vordersten Fasern des Adductor als Ursprung (F. 24, *Am, Prov*). Beide Portionen gehen in einander über.

Bilden die zuletzt behandelten beiden Genera in Bezug auf weit rostralwärts gelegene Kiefer und kleinen Mund ein Extrem, durch welches die mächtige Entfaltung des M. praeorbitalis bei diesen Formen ihre Erklärung fand, so muss es von Interesse, und für die Kontrolle dieses Schlusses wichtig sein die Ausbildung des Muskels bei jenen Haien zu untersuchen, die das entgegengesetzte Extrem darstellen; d. h. Formen, die eine in rostrocaudaler Richtung weit ausgedehnte Mundspalte besitzen und bei denen der Quadratteil des Kieferapparats im Vergleich zum Kranium weiter caudal gelegen ist.

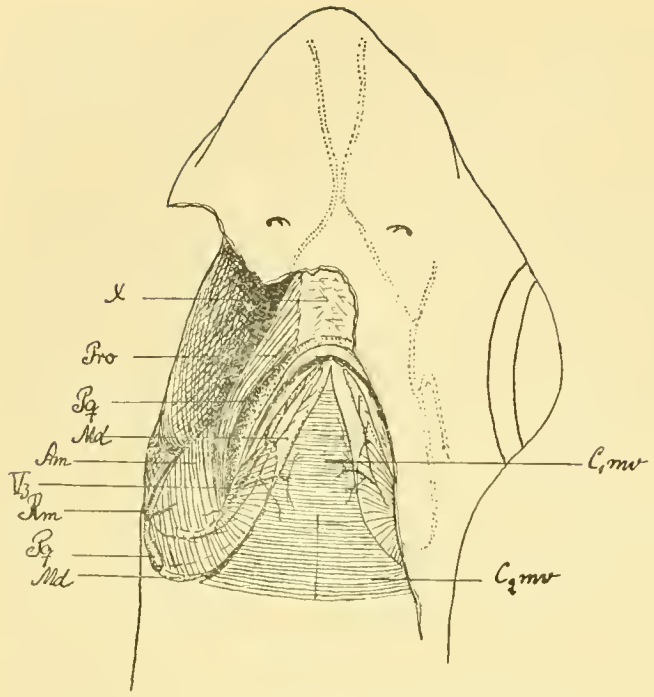
Bleiben wir vorläufig innerhalb der Astrospondyli, so finden wir solche Formen unter den Lamniden. Schon Sagemehl (l. s. p. 101) erwähnt, dass der Muskel bei *Odontaspis* (F. 19) „zweibäuchig, mit einer mittleren Sehne", ist. Diese Angabe kann ich bestätigen. Der Ursprungsbauch ist kurz und breit und entspringt relativ hoch an der Ethmoidalregion vor dem Auge. Er geht in die dünne mittlere Sehne über, die sich wieder zu dem langgestreckten, schlanken Insertionsbauch verbreitert. Die Insertion geschieht hier, wie bei allen untersuchten Lamniden, an der Zwischensehne des Adductor.

Auch bei *Mitsukurina* (F. 20), wo eine völlige Loslösung des Kieferapparats vom Kranium und eine starke Rostralwärts-Verschiebung des ersteren, jedenfalls ganz sekundär, stattfand, findet sich, dort wo der Muskel *(Pro)* den Levator palatoquadrati *(Lp)* kreuzt, eine ähnliche mittlere Sehne, doch ist an dieser Stelle die Reduktion bei weitem nicht so weit vorgeschritten wie bei *Odontaspis*. Der Muskel ist gut entwickelt und hat — ähnlich wie es oben für den Levator palatoqadrati festgestellt wurde, — seinen Ursprung noch weiter dorsalwärts verlagert als bei *Odontaspis* (F. 63 *Pro*"). Vermutlich war hier bereits eine Reduktion im mittleren Teil des Muskels angebahnt, als die Verschiebung des Kieferapparats erfolgte. Mit dem Stattfinden dieser letzteren erhielt aber der Muskel eine höhere Bedeutung und entwickelte sich, besonders in seinem oberen Teil, wieder kräftiger. Zur Beibehaltung der mittleren Sehne wird das Lageverhältnis zum Levator palatoquadrati mitgewirkt haben.

Weiter vorgeschritten ist der Reduktionsprozess bei *Lamna glauca* (F. 21). Hier vermisse ich den am Knorpel befestigten Ursprungsteil des Muskels gänzlich. Die Fasern entspringen ventral vom caudalen Teil des Auges an der subcutanen Fascie.

Bei dem untersuchten Exemplar von *Alopias* (F. 23, Textf. 6 *Pro*) war der Muskel schwach, zeigte sonst aber keine deutlicheren Rückbildungserscheinungen. Da das mir vorliegende Individuum noch ganz embryonale Charaktere besitzt, gehe ich hier nicht näher darauf ein, sondern verweise auf den speziellen Teil.

Ähnliche Formen des Kieferapparats und der Mundspalte wie bei den Lamniden fanden wir schon oben S. 8 bei *Chlamydoselache*, den Notidaniden und *Echinorhinus*.



Textf. 6. *Alopias vulpes* sehr jung (Embryo?). Ventralseite. *X* Bindegewebe an der Basis cranii, dem M. praeorbitalis als Ursprung dienend. Rechts (in der Fig. links) ist der Ursprung des C_2mv entfernt um die Insertion des Add. mand. zu zeigen. Die ursprüngliche Ausdehnung des C_2mv ist durch eine gestrichelte Linie bezeichnet. — Hinsichtlich der Bezeichnungen vgl. die Tafelerklärung. Unbedeutend vergrössert.

Bei allen diesen Haien entspringt der M. praeorbitalis am Proc. praeorbitalis (vergl. K. Fürbringer 1903 p. 388).

Bei *Chlamydoselache* (vgl. K. Fürbringer 1903 p. 379 t. XVI f. 1 und meine F. 1) entspringt der Muskel mit langer und starker Sehne und wird erst dort, wo er den vordersten Teil des Add. mand. erreicht, fleischig. Er schwillt hier zu einem mässig starken Bauch an, der sich dem Adductor eng anschliesst und in ihn übergeht. Die Fasern inserieren an der Zwischensehne des letzteren. Da der Muskel dem Unterkiefer bei geschlossenem Maul fast parallel liegt und sein Zug dann gegen das Gelenk gerichtet sein wird, kann er nur bei weit aufgesperrtem Maul und auch dann nur in untergeordnetem Maasse die Adduction des Unterkiefers unterstützen. Indem aber sein Zug sich mittelst der Zwischensehne des M. adductor mandibulae auf die articularen Enden der Kiefer fortpflanzt, wird er wirksam zur Spreizung dieser Teile beitragen (vgl. das Kapitel über die Funktion der Kiefermuskulatur.)[1] und hierin muss ich seine Hauptaufgabe erblicken. Der Muskel hat offenbar noch eine bestimmte, nicht unwichtige Funktion. Trotzdem kann es nicht zweifelhaft sein, dass sein sehniger Ursprung eine Rückbildung bezeichnet, die in der stärker caudalwärts gerichteten Ausdehnung der Mundspalte bei niedriger Kopfform und in der Lage in unmittelbarer Nachbarschaft des Auges, ihren Grund hat.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Echinorhinus* (vgl. F. 6 und K. Fürbringer 1903 t. XVII, f. 13).

Nur aus wenigen Fasern besteht der Muskel bei *Hexanchus*[1] (F. 5). Der Ursprung *(Pro°)* ist auch hier sehnig, gegen die Insertion *(Pro')* spaltet sich der Muskel in zwei Zipfel,

[1] Schon Gegenbaur (1871, p. 509) erwähnt den Muskel.

von denen der äussere an der vorderen Seite des Add. mand. und in dessen Zwischenseptum ausstrahlt, während sich der mediale mit fächerförmig verbreiterter Sehne an der Mundschleimhaut zwischen beiden Kiefern befestigt. Dieser Zipfel hat offenbar die Aufgabe die Haut zu spannen und dadurch vor Einklemmung zu schützen. — Das von K. Fürbringer (l. c. p. 379, t. XVII f. 12 *Ler l. s.*) entdeckte Rudiment des Muskels bei *Heptanchus* (F. 3, 4) befestigt sich *(Pro*[1]*)* an einem kleinen Sehnenspiegel, der sich am Mundwinkel findet und mit der Haut fest verbunden ist.

Alle die angeführten Formen mit weiter horizontaler Mundspalte zeigen also mehr oder weniger deutliche Rückbildungen des M. praeorbitalis, mögen dieselben sich in einem partiellen Sehnigwerden des Ursprungs oder der Mitte des Muskels äussern oder durch geringen Durchmesser desselben. Die Ursache hierfür haben wir in der oben für *Chlamydoselache* hervorgehobenen ungünstigen Lage des Muskels zu suchen. Bei den Notidaniden ist eine durch den M. praeorbitalis bewirkte Protraktion des Palatoquadratum oder eine Spreizung der artikularen Kieferenden durch das Postorbitalgelenk unmöglich gemacht oder doch sehr stark beschränkt worden. Zweifelsohne ist hierin die Ursache zu suchen, dass der Muskel bei den Notidaniden die weitest gehende Rückbildung erfuhr.

Die Befunde an Lamniden, *Chlamydoselache*, Notidaniden und *Echinorhinus* bestätigen also die oben S. 38—39 ausgesprochenen Anschauungen und berechtigen zur Aufstellung der Regel, dass bei Haien mit horizontal gerichteter Mundspalte eine Korrelation zwischen der Ausdehnung der letzteren in rostrocaudaler Richtung und der Ausbildung des M. praeorbitalis besteht; bei kleiner Mundspalte erreicht der Muskel ansehnliche Dimensionen, bei ausgedehnter treten an ihm mehr oder weniger deutliche Rückbildungserscheinungen auf.

Sind wir auf induktivem Wege zur Aufstellung dieses Satzes gelangt, so berechtigt uns derselbe zu einem weiteren Schluss in deduktiver Richtung. — Die rudimentäre (Notidaniden) oder doch in geringerem Grade rückgebildete Beschaffenheit des Muskels *(Chlamydoselache, Lamniden)* setzt ein Stadium voraus, wo der Muskel eine kräftigere Entwicklung besass[1]. Da aber eine in rostrocaudaler Richtung kürzere Mundspalte sich als Vorbedingung für diese stärkere Ausbildung erwies, so dürfen wir die Vermutung aussprechen, dass die in rostrocaudaler Richtung sehr ausgedehnte Mundspalte von *Chlamydoselache*, den Notidaniden und Lamniden kein ursprüngliches Merkmal darstellt[2], sondern sekundär erworben wurde, die Vorfahren dieser Haie also eine mässige oder kleine Mundspalte besassen.

[1] Als Anfangszustände, etwa als eine neuerworbene Aberration des Add. mand. können diese oben als rückgebildet bezeichneten Muskeln entschieden nicht gedeutet werden.

[2] Eine ähnliche Ansicht hat schon Huxley (1876 p. 44), jedoch auf Grund ganz andrer Argumente, ausgesprochen.

Das zuerst von Sagemehl (1885 p. 101) konstatierte Fehlen des M. praeorbitalis bei *Squatina* ist ohne Zweifel sekundär. Wie weit hier neben der bedeutenden Ausdehnung der Mundspalte noch andere Faktoren zum Schwund desselben beitrugen, entzieht sich zur Zeit meiner Beurteilung.

Für die Squaliden, nach Ausschluss von *Echinorhinus* (F. 6), der sich in dieser Hinsicht wie *Chlamydoselache* und die Notidaniden verhält, (vgl. S. 39) ist ein weit ventral und medial stattfindender Ursprung des M. praeorbitalis charakteristisch. Der Muskel befestigt sich hauptsächlich am ventralsten vorderen Teil der interorbitalen Scheidewand und an der Ventralseite derselben. Dabei liegt in den meisten Fällen noch eine breitere oder schmälere Knorpelpartie zwischen den medialen Enden des Muskels. Diese Knorpelstrecke ist bei manchen Formen (z. B. *Etmopterus*) zu einer hohen Knorpel-Crista geworden, die die Ursprungsfläche für den Muskel vergrössert. Bei *Scymnorhinus* ist diese Crista sehr dünn, bei *Squalus* stossen die Muskeln in der Mittellinie fast zusammen (Vgl. auch Vetter 1874 p. 446 sowie Marion 1905 p. 21 u. f. 1 *Lls*, p. 3).

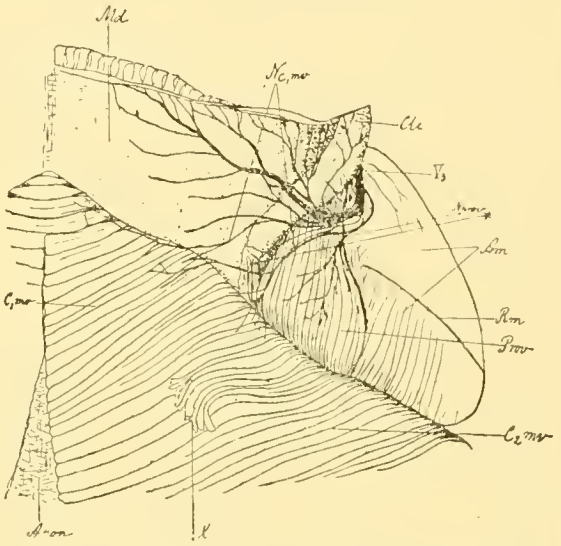
Da, — im Gegensatz zu der Mehrzahl der Astrospondyli, — ein knorpeliger Boden der Orbita stets fehlt, bildet der Muskel die ventrale Begrenzung der letzteren, oder doch einen Teil davon.

Bei der weit ventralwärts verschobenen Lage des Ursprungs ist es für die Funktion des Muskels von grosser Bedeutung, dass der Kieferapparat in der Regel nicht horizontal steht, sondern rostroventralwärts mehr oder weniger stark geneigt ist. Besonders deutlich ist das bei *Centrina* (F. 16), *Scymnorhinus* (F. 11) und *Somniosus* (F. 15). — Es ist einleuchtend, dass der ventrale Ursprung für die Funktion als Protraktor des Palatoquadratum ausserordentlich günstig ist.

Centrina (F. 16) bildet unter anderem durch die kleine Mundöffnung und die starke Entfaltung des M. praeorbitalis unter den Squaliden gewissermassen eine Parallelform zu *Heterodontus*. Untersucht man den erwähnten, — schon von K. Fürbringer (1903 t. XVI f. 3 *Lev. l. s.*) abgebildeten Muskel genau, so zeigt sich eine mittlere Inscriptio tendinea, die ihn in eine dorso-rostrale und eine ventro-caudale Portion teilt. Da diese beiden Portionen auch von verschiedenen Aesten des N. V_3 versorgt werden, ist die Trennung wahrscheinlich von Bedeutung, und man wird kaum fehl gehen, wenn man die ventrale Portion als einen sekundär abgegliederten Teil des Adductor mandibulae betrachtet. Der obere Bauch des Muskels *(Pro)*, der M. praeorbitalis s. str., entspringt am ventralen rostralen Teil der interorbitalen Scheidewand, wo der Ursprung einen Streifen einnimmt, der dicht ventral vom Opticusloch beginnend sich fast bis zur ventralen Kante hinter den caudalen Rand der Nasenkapsel erstreckt. Von dem antimeren Homologon ist der Muskel hier bei einem 52 cm langen Exemplar nur etwa 2 mm entfernt. Der

ventrale Kopf *(Prov)* verschmälert sich ein wenig gegen die Insertion, die an der Aussenfläche des Mandibulare rostral (symphysial) vom Adductor mandibulae erfolgt.

Bei *Somniosus* (F. 15), *Scymnorhinus* (F. 11) und *Centroscymnus* (F. 10) finden wir dieselbe Zweibäuchigkeit des Muskels wieder, doch ist bei diesen, entsprechend der ausgedehnteren Mundspalte, eine Reduktion des Muskels zu Gunsten der mittleren Sehne eingetreten. Bei *Somniosus* ist der ventrale Kopf *(Prov)* des Muskels sehr gut entwickelt. Er entspringt in der Gegend des Mundwinkels an der Sehne und breitet sich ventralwärts in dreieckiger Gestalt aus. Er zieht über den vordersten ventralen Teil des Adductor mandibulae und dessen Insertionssehne hinweg zum abdentalen Rand des Kiefers um hier zu inserieren (Fig. 15 und Textf. 7). Dieselbe dreieckige Gestalt und Insertionsweise charakterisiert auch den betreffenden Muskel der beiden anderen Gattungen, doch tritt hier eine Reduktion derselben ein, bei *Centroscymnus* (Fig. 10) in geringerem, bei *Scymnorhinus* (vgl. auch Vetter 1874 p. 447, K. Fürbringer 1903 t. XVI f. 10 *Lev. l. s.* und meine Fig. 11 *Prov*) in höherem Maasse. Es ist jedoch zu bemerken, dass nicht die ganze Sehne des M. praeorbitalis s. str. dem ventralen Muskel als Ursprung dient, sondern ein mediocaudaler Teil desselben am Mundwinkel zur Sehne des Adductor mandibulae zieht. Bei *Centrophorus* (F. 9), *Deania, Squalus* (F. 12), *Etmopterus* (F. 13, 14) und *Centroscyllium* (F. 8) ist ein gesonderter ventraler Bauch nicht vorhanden. Die Sehne ist bandförmig, von mässiger Länge und tritt an den Adductor mandibulae, dessen vorderste ventrale Fasern an ihr ihren Ursprung nehmen. Diese Fasern bilden mit dem übrigen Adductor eine vollkommen zusammenhängende Einheit. — Nur bei *Centrophorus granulosus* (F. 9) fand ich ein Bündel dieser ventralen Fasern, das in individuell verschiedenem Grade von dem übrigen Adductor durch einen Spalt (*) ganz unvollständig abgetrennt war.



Textf. 7. *Somniosus microcephalus.* Mandibulare Muskulatur; Ventralansicht.* An der Gelenkkapsel des mandibularen Lippenknorpels entspringende, dem ventralen Bauch des M. praeorbitalis entstammende Fasern. X Vielleicht auf frühere Verletzung zurückzuführende Abnormität im Faserverlauf.

Der M. praeorbitalis besitzt bei den verschiedenen untersuchten Squaliden eine sehr verschiedene Stärke. Ordnet man die Gattungen nach dieser wechselnden Entfal-

tung, so zeigt sich eine auffallende Korrelation zwischen derselben und der Insertionsweise, bez. dem Auftreten eines ventralen Bauches des Muskels.

	M. praeorbitalis	Abspaltung eines ventralen Bauches des M. praeorbitalis	Auge
Centrina (F. 16) . . .	sehr stark	besonderer ventr. Bauch	klein.
Somniosus (F. 15)	„ „	„ „ „	„
Scymnorhinus (F. 11) . .	„ „	„ „ „	gross
Centroscymnus (F. 10) . .	stark	„ „ „	„
Centrophorus (F. 9) . . .	mässig	Abspaltung angedeutet?	„
Squalus (F. 12)	schwach	Add. mand kontinuierlich	„
Etmopterus (F. 14) . . .	„	„ „ „	„
Centroscyllium (F. 8) . .	„	„ „ „	„
Deania	sehr schwach	„ „ „	„

Wo der M. praeorbitalis sehr stark ist, existiert ein besonderer ventraler Bauch desselben (*Centrina*, *Somniosus*), wo er schwächer wird tritt eine Reduktion des letzteren ein (*Scymnorhinus*, *Centrophorus*), bei mittlerer oder schwacher Entfaltung fehlt ein gesonderter ventraler Bauch. Für die Reduktion des M. praeorbitalis kann hier die stärkere Ausdehnung der Mundspalte nur in untergeordnetem Maasse verantwortlich gemacht werden, da, abgesehen von *Centrina*, die Ausdehnung derselben nicht in sehr hohem Grade variiert. Dagegen dürfte dem in der dritten Spalte der Tabelle angeführten Merkmal eine hohe Bedeutung zuzumessen sein. Mit dem Grösserwerden des Auges geht die Reduktion des M. praeorbitalis Hand in Hand. Auf diese Relation komme ich unten noch zurück.

Erkannten wir in einem von äusseren Umständen so abhängigen Verhalten, wie die Grösse der Augen es ist, denjenigen Faktor, der die relative Stärke des M. praeorbitalis in erster Linie beeinflusst, so ist es klar, dass wir diesem verschiedenen Maass der Ausbildung des Muskels hier nur einen beschränkten Wert in phylogenetischer Hinsicht beimessen können. Es ist deshalb sehr wohl möglich, dass inbezug auf die Stärke rückgebildete Formen des Muskels und seiner Insertion im Übrigen ein phylogenetisch älteres Stadium repräsentieren als diejenigen, wo er am stärksten entfaltet ist. Ich halte es in der Tat für wahrscheinlich, dass wenigstens die Mehrzahl von denjenigen Gattungen, die eines getrennten ventralen Bauchs des M. praeorbitalis entbehren, einen

solchen auch nie besassen, sondern dass das demselben homologe Material noch im M. adductor mandibulae enthalten ist. Für eine solche Anschauung spricht die Art, wie die vordersten Fasern des Adductor z. B. bei *Centroscyllium* (F. 8) und bei *Etmopterus lucifer* (F. 13) an der Sehne des M. praeorbitalis entspringen. Die Nerven sprechen wenigstens nicht dagegen, denn bei den soeben erwähnten Gattungen, ferner bei *Squalus* (F. 12) und *Centrophorus* fand ich einen dünnen Nervenzweig, der direkt vom Stamm des N. V_3 abzweigte und diese Partie des Adductors versorgte. Er könnte sehr gut jenem Ast entsprechen, der den ventralen Bauch des M. praeorbitalis versorgt. Bei der geringen Konstanz, die derartige kleine motorische Nervenäste des Adductor mandibulae bei den Haien zeigen, wage ich jedoch kein grösseres Gewicht auf diesen Umstand zu legen. — Als Analogie für die Entstehung des ventralen Praemandibularis-Bauchs ist schliesslich die oben S. 43 erwähnte Andeutung einer Abspaltung bei *Centrophorus* nicht ohne Interesse.

Noch weiter als bei den Squaliden ist die medialwärts gerichtete Verschiebung des Ursprungs bei *Pristiophorus* (F. 17) vorgeschritten. Hier stellt der M. praeorbitalis einen relativ kräftig entwickelten Muskel von platter, annähernd dreieckiger Gestalt dar, der distal in eine starke Sehne übergeht. Der Ursprung findet an der ventralen Fläche des Kraniums statt, etwas hinter der Nasenkapsel beginnend und caudalwärts bis zum Rand des Palatoquadratum reichend. Vorn lassen die beiderseitigen Muskeln eine breit keilförmige Fläche des Knorpels zwischen sich frei, in der hinteren Hälfte des Ursprungs grenzen sie direkt aneinander. Die Fasern konvergieren lateral- und caudalwärts und befestigen sich zweizeilig an der starken Endsehne. Indem diese Sehne über einen oben rinnenförmig ausgehöhlten, gleich einer Rolle wirkenden Vorsprung des Palatoquadratum *(Pq)* zieht, wird ihre Richtung verändert. Sie verläuft von dieser Stelle an gerade caudalwärts um am abdentalen Teil der ventralen Fläche des Mandibulare zu inserieren. Oberflächlich ist der M. vom Add. mandibulae durch den N. V_3 geschieden, in der Tiefe (dorsal vom V_3) aber gehen beide ohne Grenze in einander über. — Seine eigentümliche Gestalt verdankt der Muskel der stark quer gerichteten, rochenähnlichen Stellung des Kieferapparats, die aus der bei den Squaliden in der Regel vorhandenen schrägen Lage abzuleiten ist.

Bekanntlich hat Tiesing (1896 p. 84—87) bei den Rochen *Raja* und *Rhinobatus* nicht weniger als 5 verschiedene Muskeln beschrieben, die er als aus dem M. praeorbitalis hervorgegangen betrachtet und dem entsprechend mit den Namen Levator labii superioris I—V belegt. Bei *Torpedo*, wo nur zwei Kranium und Kieferapparat verbindende Muskeln vorhanden sind, wurden sie als Lev. lab. sup. medialis und lateralis

bezeichnet. — Schon vor ihm hatte Sagemehl (1885 p. 107) von *Raja* eine kraniale Ursprungsportion des Add. mand. als Levat. labii super. bezeichnet, daneben beschreibt er als Portion c) „ein dünnes, ziemlich selbstständiges Muskelbündel, das von der Basis der Nasenkapsel entspringt und um den Mundwinkel bogenförmig herumlaufend sich am vorderen Rande des Unterkiefers befestigt". Dieses Bündel entspricht dem Lev. lab. sup. I Tiesing's. — Marion (1903) bringt nichts wesentlich Neues und schliesst sich der Auffassung Tiesing's an.

Der Ansicht Tiesings's, dass alle die erwähnten Muskeln durch einen Zerfall des M. praeorbitalis der Haie entstanden, kann ich nicht beitreten, sondern betrachte nur Tiesing's Lev. labii superioris 1 als Homologon des oben bei den Haien erörterten Muskels. Die übrigen Portionen sollen im Anschluss an den Adductor mandibulae erörtert werden.

Nach meinen Beobachtungen kommt der Muskel bei *Rhinobatus*, *Rhynchobatus*, *Pristis*, *Raja* und *Trygon* vor; bei den *Torpedinidae* und *Myliobatis* vermisse ich ihn.

Überall entspringt der Muskel an der Ventralseite des Schädels ventro-medial von der Orbita. Die Ursprünge sind einander genähert, ähnlich wie bei den Squaliden, wenngleich diese Annäherung nirgends einen so hohen Grad erreicht, wie dort. Bei *Rhynchobatus* (F. 43) erfolgt der Ursprung *(Pro°)* mittelst einer flachen Sehne, die ventral über den Ursprungsteil des M. obliquus inferior *(Oi)* hinwegzieht. Bei *Pristis* (F. 47) dagegen entspringt der M. praeorbitalis *(Pro°)* caudal vom Obl. inf. *(Oi)* u. z. fleischig.

Bei *Pristis* finde ich unter den Rochen die stärkste Ausbildung des M. praeorbitalis. Er ist hier annähernd gleichmässig breit und umzieht, — wie bei den übrigen *Rhinoraji* —, den Mundwinkel in lateralwärts gerichtetem Bogen um sich hier zu einer schlanken Insertionssehne zu verjüngen. Wenig schwächer, aber von mehr spindelförmiger Gestalt ist er bei den Rhinobatiden, schwach, schlank spindelförmig bei *Raja*.

Die Insertion findet bei *Rhinobatus* (F. 45 *Pro*^{i}*)* an einem Höcker des Mandibulare statt, der auch der medialen Portion des Add. mand. lat. zur Befestigung dient. An dieser Sehne entspringt, ebenfalls sehnig, der rostralste Teil des M. intermandibularis posterior (Fig. 45 $C_1 mvp$) — Bei *Rhynchobatus* (F. 43 *Pro*^{i}*)* erscheint der sehnige Ursprung des Intermand. posterior als die direkte Fortsetzung der Sehne des M. praeorbitalis [1], während nur ein kleinerer Zipfel noch zum Unterkiefer zieht. — Auch bei *Pristis* (F. 47) inseriert nur ein Teil der Sehne am Mandibulare *(Pro*^{i}*)*, wäh-

[1] Der M. praeorbitalis bildet also allein oder in Kombination mit anderen Muskeln bei den Plagiostomen drei ganz verschiedene zweibäuchige Muskeln: 1. Durch Reduktion seines mittleren Teils bei *Odontaspis* (vgl. S. 39 F. 19). 2. In Verbindung mit einem abgetrennten Teil des Adductor mandibulae bei Squaliden. (S. 42—45). 3. (Unvollständig) in Verbindung mit dem Intermand. posterior bei *Rhynchobatus* und *Pristis*.

rend der übrige Teil in die Ursprungssehne des Intermand. post. übergeht. — Bei *Raja* dagegen sind keine Beziehungen zu letzterem Muskel vorhanden, sondern die Insertion geschieht direkt am Unterkiefer.

Bei *Trygon* entspringt der M. praeorbitalis fleischig am Schädel ventral vom Opticusloch, zieht (F. 49 *Pro*°) als platter, sich etwas verbreiternder Bauch über den oberen Rand des Palatoquadratum, legt sich dann in eine Rinne des Adductor mandibulae (F. 50 *Pro)* und verjüngt sich caudal vom Mundwinkel zu einer dünnen Sehne *(Pro*^{i}*)*, die zwischen die Portionen des Add. mand. eintritt und in der Nähe des caudalen (abdentalen) Randes des Mandibulare an dessen Aussen- (ventraler) Fläche inseriert.

Die schon bei *Raja* (vgl. Tiesing 1896 t. VI, f. 11 *lls*$_1$) in der Ausbildung des Muskels sich zeigende Rückbildung hat bei den Torpediniden aller Wahrscheinlichkeit nach zu dessen völligem Schwund geführt. Ebenso bei *Myliobatis*. Vielleicht steht der völlige Schwund des Muskels damit im Zusammenhang, dass bei den Torpediniden sowohl wie bei *Myliobatis* die Mundspalte und der Kieferapparat nicht so quer gestellt sind, wie bei der Mehrzahl der Rochen, sondern horizontal, also an die Haie erinnernd. Bei der Nahrungsaufnahme wird (Vgl. unten Kap. VII) aller Wahrscheinlichkeit nach eine starke Drehung des Kieferapparats um die Befestigung am Hyomandibulare notwendig sein. Dabei wäre aber der M. praeorbitalis hinderlich, indem er bei der Drehung den Unterkiefer adduzieren würde.

Wir haben oben ganz ausserordentlich starke Verschiebungen des M. praeorbitalis kennen gelernt. Dieselben betrafen weniger die Insertion, welche an der Zwischensehne des Adductor mandibulae (oder an einem abgetrennten Teil des letzteren) oder direkt an der externen Seite des Mandibulare stattfand (*Chiloscyllium*, Rochen), in hohem Grade dagegen den Ursprung. An diesem beobachteten wir Verschiebungen, deren äusserste Grenzen einerseits durch *Chiloscyllium* repräsentiert werden, wo der Muskel die Orbita rostral und dorsal umzog und bis zur Parietalgrube und der spinalen Muskulatur reichte, andererseits durch *Pristiophorus*, wo eine Verwachsung der beiderseitigen Muskeln an der Ventralseite des Schädels in der Orbitalregion erfolgte. Zwischen beiden Extremen lagen alle möglichen Übergänge und zahlreiche Variationen in verschiedenen Richtungen. Die diese Wanderungen bedingende Ursache suchte ich für die Diplospondyli und Astrospondyli in der geringeren oder grösseren Entfaltung der in horizontaler Richtung ausgedehnten Mundspalte nachzuweisen. Letztere passt sich aber in ihrer Gestalt der Art der Nahrung an, auf welche also zum grossen Teil die Muskel-Verschiebungen zurückzuführen waren. Unter den Cyclospondyli trat der Einfluss der Mundform und Kieferstellung besonders deutlich bei *Centrina* und *Pristiophorus*

zu Tage, daneben wurde schon wiederholt erwähnt, dass die Grösse des Auges in bezug auf die Ausbildung des M. praeorbitalis Einfluss besitzt. Betrachtet man diese Beziehungen in der ganzen Reihe der untersuchten Haie, so wird ihre ausserordentliche Bedeutung offenbar.

Gehen wir von einem Stadium aus, wo der Mund klein ist und weit rostral liegt, wo infolgedessen, wie bei *Heterodontus* (F. 26) und *Chiloscyllium*[1] (F. 25), der M. praeorbitalis vor der Orbita weit dorsal entspringt, und denken wir uns die Mundspalte erweitert, und caudalwärts ausgedehnt, so wird der M. praeorbitalis — vorausgesetzt, dass er direkt zur Insertion caudal vom Mundwinkel zieht, — um nicht einen Druck auf den Bulbus oculi auszuüben, am Ursprung ventralwärts rücken müssen also in eine Lage wie z. B. bei *Scylliorhinus* (F. 27). Wenn das Auge an Grösse zunimmt, wie bei *Pristiurus melanostomus* (F. 31), kann der Muskel dabei schlank ausgezogen werden Erreicht die Ausdehnung der Mundspalte einen hohen Grad, so muss der Einfluss des Auges auch besonders bemerkbar werden. Bei *Odontaspis* (F. 19) führte diese Veränderung zu einem Sehnig-Werden desjenigen Teils des Muskels, der an das Auge grenzt. Da in dieser Weise der Druck des Muskels vermindert wurde, konnte ein relativ hoch dorsal erfolgender Ursprung beibehalten werden, zumal das Auge keine grössere Ausdehnung besitzt. Bei *Lamna* (F. 21) ist der Bulbus grösser, — der rostrale Teil des Muskels ganz verschwunden. Bei den *Diplospondyli* zwang das Auge den Muskel die S. 41 geschilderte unvorteilhafte Lage einzunehmen. — Wie die Tabelle S. 44 lehrt, finden wir auch bei den Squaliden gerade bei denjenigen Formen, deren Auge eine geringere Grösse besitzt, den Muskel am besten entfaltet (*Centrina* Fig. 16, *Somniosus* F. 15), während mit einer Grössen-Zunahme des Auges der M. praeorbitalis mehr und mehr reduziert wird (*Scymnorhinus* Fig. 11, *Centrophorus* Fig. 9, *Etmopterus* Fig. 14, *Centroscyllium* Fig. 8, *Deania*). Die relativ weit caudalwärts verschobene Lage der gesammten, mehr quer gestellten Mundspalte und somit auch der Mundwinkel spielt dabei dieselbe Rolle wie die weit caudalwärts ausgedehnte Mundspalte der Diplospondyli und mancher Astrospondyli: beide bedingten, dass die Insertion caudal vom Auge oder ventral von dessen caudalem Teil erfolgt und veranlassten eine entsprechende ventralwärts gerichtete Verschiebung des Ursprungs.

Dass dieser ventralwärts verschobene Ursprung für die Protraktion des Oberkiefers wesentliche Vorteile bietet, soll weiter unten näher auseinander gesetzt werden.

Die bei den Rochen waltenden Verhältnisse sind von den bei Squaliden sich findenden leicht ableitbar. Einen Einfluss der relativ kleinen Augen auf die Ausbildung des Muskels habe ich hier nicht beobachtet.

[1] Damit sollen natürlich nicht so hoch und in spezieller Richtung ausgebildete Formen wie die erwähnten als phylogenetischer Ausgangspunkt gedacht sein.

Die angeführten morphologischen Fakta lassen sich nicht in umgekehrter Richtung deuten. Das beweisen die bei Formen mit weiter Mundspalte auftretenden Rückbildungen. Man könnte vielleicht einwenden, dass die Squaliden in vielen Fällen, ferner *Pristiophorus*, trotz des ganz ventralen Ursprungs einen gut ausgebildeten M. praeorbitalis besitzen. Diese Ausbildung wird aber, wie bereits S. 42, 45 erwähnt wurde, durch die eigentümliche, mehr oder weniger stark rostroventralwärts gerichtete Kieferstellung ermöglicht. Ist nun der Kieferbogen als ein Visceralbogen zu betrachten, der den weiter caudal gelegenen ursprünglich annähernd gleichartig war, — und diese Ansicht halte ich nicht für erschüttert, — dann kann eine solche Stellung desselben nicht primitiv, sondern sie muss erst sekundär erworben sein [1]. Der ventrale Ursprung des Muskels kann deshalb nicht als primitiv gelten.

So führt mich ein Vergleich des Muskels bei allen untersuchten Formen zu demselben Schluss, zu dem ich schon oben durch die Betrachtung der Astro-und Diplospondyli kam (S. 41): dass die rezenten Plagiostomen wahrscheinlich von Formen abstammen, deren Mundöffnung von mittlerer Grösse oder klein, jedenfalls nicht in rostrocaudaler Richtung so weit ausgedehnt war wie bei den rezenten Diplospondyli.

Früher ein kranialer Ursprungskopf des Adductor mandibulae und von ähnlicher Funktion wie dieser, wurde der M. praeorbitalis mit zunehmender Grösse des Auges und wachsender rostrocaudaler Ausdehnung der Mundöffnung abgespalten und am Ursprung ventralwärts gedrängt. Zugleich gewann er Bedeutung für das Spreizen der articularen Kieferenden (vgl. das Kapitel über die Funktion der Kiefermuskulatur) und für die Protraktion des Palatoquadratum. Diesen neuen Aufgaben hat er seine Erhaltung in vielen jener Fälle zu verdanken, wo die ventrad gerichtete Verschiebung des Ursprungs eine ansehnliche war.

Kap. III. M. adductor mandibulae *(Am)*.

Wichtigste Synonyme (seit 1874):

Adductor mandibulae: Vetter 1874, Sagemehl 1885, Dohrn 1885 etc, Tiesing 1896, Ruge 1896, Allis 1897, 1901, K. Fürbringer 1903, Drüner 1903, Marion 1905.

M. digastricus Jaquet 1900.

[1] Vergl. den Schluss des Kap. VIII und Kap. VII.

A. Haie.

Die Schilderung des Add. mand. beginne ich mit denjenigen Formen, wo er am einfachsten gebaut ist, also einer dem Add.γ Vetter's (1874 p. 448) entsprechenden Differenzierung entbehrt [1].

Bei *Chlamydoselache* (F. 1) sind, wie K. Fürbringer (1903 p. 382—383, t. XVI f. 1 *Add. md.*) es beschreibt, die oberflächlichen Fasern des Add. mand. fast radiär angeordnet, indem sie sich am Rand der Muskelgruben des Palatoquadratum und Mandibulare befestigen und von allen Seiten gegen einen sehnigen Streifen *(Zs)* konvergieren, der vom Mundwinkel zum Palatoquadratum etwas dorsal vom Gelenk zieht. Medial existiert eine dünne Faserlage, welche der Zwischensehne entbehrt (vgl. auch K. Fürbringer p. 384). Diese Fasern sind articular-(caudal)wärts am besten entwickelt und verlaufen vertikal in dorsoventraler Richtung. Die am weitesten medial gelegenen Fasern, u. z. sowohl am Ober- wie am Unterkiefer entspringende, befestigen sich zum Teil an der zwischen den Kiefern gelegenen Falte der Mundschleimhaut. Während der Muskel im Übrigen nicht den äussersten Rand der Kiefer erreicht, tritt er an einer Stelle (F. 1 *Am'*; K. Fürbringer l. c. p. 385, t. XVI f. 1) ventral vom caudalen (articularen) Ende des Mandibulare etwas über den Rand des letzteren, und geht in ein breites sehniges Band über, das sich am Hyoid befestigt.

Sehr ähnlich verhält sich die Mehrzahl der *Astrospondyli*. (Nur *Chiloscyllium* und *Heterodontus* zeigen andere Verhältnisse; vgl. unten.) Auch hier besteht im lateralen Teil des Muskels eine Zwischensehne, doch erreicht dieselbe caudal in der Regel nicht den Knorpel. Vorne am Mundwinkel geht sie meist durch die ganze Dicke des Muskels, verschmälert sich aber caudalwärts, und lässt hier eine immer dickere Schicht von Fasern medial von sich direkt vom Oberkiefer zum Unterkiefer ziehen, während am weitesten caudal fast stets auch die oberflächlichen Fasern einen ununterbrochenen Verlauf haben (vgl. F. 27, 28, 34). Die oberflächlichen Fasern, die gegen die Zwischensehne konvergieren, haben meist im Grossen und Ganzen einen von dorsal und rostral nach caudal und ventral gerichteten Verlauf, der auch im caudalen Teil der an der Sehne entspringenden, gegen die Insertion am Unterkiefer divergierenden Fasern noch zum Ausdruck kommt. Die tiefe, ununterbrochene Schicht dagegen hat einen mehr vertikalen, dorsoventralen Verlauf. Beide sind untrennbar verwachsen und gehen ganz allmälig in einander über.

Der Muskel lässt dorsal gewöhnlich einen schmalen Streifen des Palatoquadratum am abdentalen Rand desselben (vgl. z. B. F. 27, 33) unbedeckt; caudal, in der Gegend

[1] Damit soll nicht gesagt sein, dass dieser einfache Bau stets als primitiv zu betrachten wäre.

des Gelenks, ist diese Zone am Palatoquadratum und Mandibulare breiter, ventral am Mandibulare schwindet sie, indem hier die Insertion dem Rand des Knorpels eine Strecke weit folgt um sich vorn wieder etwas von ihm zu entfernen. Die äusserste Randzone des vom Muskel bedeckten Gebietes, sowie die direkt vor dem Gelenk gelegenen Knorpelteile werden dabei stets zur Befestigung der Fasern benutzt. Es ist einleuchtend, dass gerade diese Stellen besondere Vorteile bieten; die Randzone, weil die hier entspringenden und inserierenden Fasern die grösste Länge, also grösste Hubhöhe besitzen, die präarticulare Gegend, weil in dieser Lage auch kürzere Fasern sich genügend ausdehnen können um weiteren Exkursionen des Unterkiefers nicht hinderlich zu sein.

Im Einzelnen wechseln die vom Muskel zum Ursprung bez. zur Insertion benutzten Strecken in hohem Maasse von Art zu Art. So z. B. umfasst der Ursprung bei *Scyliorhinus stellaris* nur eine schmale dorsale Zone, während er bei *Sc. bürgeri* die ganze laterale, vom Muskel bedeckte Fläche des Palatoquadratum bis auf eine kleine Lücke ventral am symphysialen Teil dieses Feldes einnimmt. Ähnliche Verschiedenheiten kommen unter den *Pristiurus*-Arten vor. Die Insertion ist bei den Scyliorhiniden konstanter auf eine periphere Zone beschränkt. Sehr ausgedehnt fand ich Ursprung und Insertion bei *Carcharias* und *Sphyrna zygaena*. Bei *Carcharias* greift die Insertion vor dem Gelenk sogar etwas auf die Medialseite des Mandibulare über. — Bei *Odontaspis* ist der Ursprung in grosser Ausdehnung sehnig, und auch bei *Mitsukurina* sind Sehnenfasern in den Ursprungsteil eingestreut. Im Übrigen muss auf den speziellen Teil verwiesen werden.

Der rostralste Teil des Ursprungs erfolgt in der Regel medial vom M. praeorbitalis, mit dem die betreffenden Fasern stets in grösserer oder geringerer Ausdehnung eng verwachsen sind.

Die Zwischensehne *(Zs)* ist bei den Scyliorhiniden annähernd vertikal zur Oberfläche des Muskels gestellt, ebenso bei *Triakis:* bei den übrigen Carchariiden und bei den Lamniden ist sie innen schräg dorsorostralwärts gerichtet. Auch der oberflächliche Verlauf der Sehne ist insofern ein wechselnder, als er bei einigen Formen gegen das Gelenk oder wenig dorsal davon gerichtet ist. z. B. *Pristiurus melanostomus* (F. 31), *Sphyrna zygaena,* — bei anderen weiter dorsalwärts: z. B. *Scyliorhinus stellare* (F. 27), *Odontaspis* (F. 19); bei *Carcharias* (F. 39) sogar im Bogen dorsorostralwärts.

Die Zwischensehne setzt sich bei mehreren Carchariiden *(Mustelus* F. 34, *Sphyrna* F. 41) und Lamniden *(Odontaspis* F. 19, *Mitsukurina* F. 20) ventrocaudalwärts in eine oberflächliche Fascie fort, die einem Teil der ventralen Fasern als Ursprung dient.

Ganz anders verhält sich *Chiloscyllium* (F. 24, 25, Textf. 13). Der Adductor mandibulae ist mit dem M. praeorbitalis in der Tiefe verwachsen, äusserlich jedoch von ihm

durch eine tiefe Furche getrennt, in der der R. max. sup. n. trig. (V_2) verläuft. Eine horizontale Zwischensehne, wie wir sie bei den bisher betrachteten Formen fanden, ist nicht vorhanden. Dagegen nimmt eine Aponeurose *(Apon.)* an der hinteren Hälfte des Muskels einen grossen Teil der Oberfläche ein, und lässt nur caudal einen schmalen, ventral einen breiten Randbezirk frei. Diese oberflächliche Aponeurose setzt sich in der dorsalen Hälfte des Muskels schräg rostromedialwärts gebogen (bei *) als Ursprungssehne auch in das Innere des Muskels fort, wobei ihr dorsaler Rand nahe der abdentalen (dorsalen) Kante des Palatoquadratum sich an diesem Knorpel befestigt. Andererseits setzt sich die oberflächliche Aponeurose in eine subcutane Fascie fort, die sich bis zur Nasenkapsel *(f')* und ventral von derselben rostralwärts erstreckt, und aus der sich zwei stärkere Züge herausdifferenziert haben, ein die dorsocaudale Ecke des Palatoquadratum mit der Mitte des caudalen Randes der Nasenkapsel verbindendes Ligament (F. 25 *Lig.*) und ein von dem ventralen Rand der oberflächlichen Aponeurose des Muskels medial von einem Schleimkanal rostralwärts ziehender Sehnenzug, der sich bis vor die knorpelige Nasenkapsel verfolgen liess (Add.γ'). — Die rostrale Hälfte des Muskels wird von einem teils fleischig am dorsalen Rand des Palatoquadratum, teils mittels einer daselbst befestigten Sehne zweizeilig gefiedert entspringenden Portion gebildet, deren Fasern teils an der oben geschilderten Sehnenplatte (*), teils direkt am Mandibulare inserieren. — Ursprung und Insertion des Adductor mandibulae umfassen nicht nur die ganze laterale, vom Muskel bedeckte Fläche der beiden Kiefer, an welchen sich ober- und unterhalb des Gelenks besondere Ansatz-Wülste ausgebildet haben, sondern die Insertion greift auch auf ein Ligament über, das ventral vom Kiefergelenk Mandibulare und Hyoid verbindet, und erreicht den letzteren Knorpel [1] *(Amh")*. Am caudalen Rand ragt der Muskel über den Rand der Knorpel hinaus (vgl. unten die Squaliden). — Auf die enge Verwachsung des Muskels mit dem M. praeorbitalis wurde schon hingewiesen (S. 38). Bei der mächtigen Entwicklung des letzteren übt dieser Zusammenhang auch auf den caudalen Teil des Add. mand. einen Einfluss aus, sodass derselbe nicht nur als Adductor des Unterkiefers wirkt, sondern auch als Heber des Palatoquadratum. Ein Teil der am weitesten caudal am letzteren Knorpel entspringenden Fasern ist schräg rostrodorsalwärts gerichtet und inseriert, ebenso wie die vom Mandibulare und Hyoid kommenden Fasern, an der oberflächlichen Aponeurose, auf die wieder durch Vermittlung der vorderen Adductorportion der M. praeorbitalis wirkt.

Der geschilderte Bau des Add. mandibulae von *Chiloscyllium* ist geeignet das Verständnis der komplizierten entsprechenden Verhältnisse bei *Heterodontus* (F. 26) zu

[1] Vgl. oben *Chlamydoselache* S. 50.

erleichtern. Der sehr innigen Verwachsung mit dem M. praeorbitalis wurde bereits S. 37 gedacht. Rostral vom $N.V_3$, wo die Pars palatina vom M. praeorbitalis überlagert wird, ist der Adductor mandibulae nur in Form einer dünnen, mit dem ersteren Muskel verschmelzenden Schicht vorhanden. Der Ursprung des M. praeorbitalis an der oberflächlichen (lateralen) Fascie geht ebenfalls ganz kontinuierlich in denjenigen des M. adductor mandibulae über. Aus praktischen Gründen stelle ich von diesen oberflächlich entspringenden Fasern die mediorostral vom $N.V_3$ gelegenen zum M. praeorbitalis, die laterocaudal davon gelegenen zum M. adductor mandibulae. Der Verlauf des letzteren ist im Grossen und Ganzen ventrocaudal und medialwärts gerichtet. Nur die lateralsten, am weitesten ventral entspringenden Fasern ziehen direkt zum Unterkiefer, die grosse Mehrzahl befestigt sich an der lateralen Fläche einer breiten Sehnenplatte, die am Unterkiefer parallel dem Rand der Muskelgrube und an einem lateralen Höcker dieses Knorpels [1] befestigt ist und in den M. adductor mandibulae hineinragt. Diese Sehne tritt nirgends an die Oberfläche. Dagegen findet sich am caudalen Teil des Muskels eine oberflächliche Aponeurose *(Apon.)*, die einem grossen Teil der Fasern des Adductor mandibulae als Ursprung dient. Diese Sehnenplatte erstreckt sich, am caudalen Rand der mandibularen Muskelgrube beginnend, am Gelenk vorbei, dem Rand der Muskelgrube des Oberkiefers folgend, dorsorostralwärts. Bei * senkt sie sich unter die oberflächlichste Faserschicht schräg in die Tiefe, wobei sie an Stärke zunimmt. Ihre Anheftungsstelle am Palatoquadratum (gleich caudal von $N.V_3$) ist durch einen vertikalen leistenartigen Vorsprung des Knorpels verstärkt. In der Tiefe reicht die Sehnenplatte bei geschlossenem Maul bis weit unter den oberen (dentalen) Rand des Unterkiefers. Sie liegt hier medial von der oben erwähnten Insertionssehne. Ausser diesen beiden grossen Sehnenplatten kommen noch einige kleinere Sehnen im Muskel vor. Die medialsten am Unterkiefer entspringenden Fasern ziehen teils gerade dorsalwärts, teils schräg rostralwärts zur Mundschleimhaut zwischen den Kiefern, während die übrige Fasermasse sich nach Art mehrfach gefiederter Muskeln zwischen den Kiefern und den beiden Sehnenplatten ausspannt. — Zu erwähnen ist noch eine auffallende, oberflächliche Muskelportion *(Add.γ)*, die teils

[1] Ein derartiger, aber stärker entwickelter Höcker wurde von Smith-Woodward (1888 p. 337, t. XII f. 1. t; 1889 p. XVI) bei dem fossilen *Asteracanthus (Strophodus) ornatissimus* var. *flettonensis* A. S.-Woodward entdeckt und als eine einzig dastehende extreme Ausbildung der Ansatzstelle „of ligaments or muscles specially adapted for the successful wielding of the unusuable powerful dentition" beschrieben. Durch den Nachweis eines homologen Höckers bei dem verwandten *Heterodontus* lässt sich die Bedeutung desselben bei *Asteracanthus* genauer präzisieren. Ohne Zweifel besass auch letztere Gattung eine ähnliche Sehne und Muskelanordnung wie ihr rezenter Stammesgenosse. — Die Structur des Höckers ist bei *Heterodontus* ganz ähnlich wie sie Smith-Woodward (1889 l. c.) von *Asteracanthus* beschreibt. — Ob auch die fossile Gattung wie die recente am Palatoquadratum einen ähnlichen Vorsprung besass (vgl. oben!) ist nicht bekannt.

lateral am ventralsten Teil der Ursprungsaponeurose *Apona* entspringt, teils aber mittelst einer breiten, lateral über den Ramus maxillae superioris (V_2) hinwegziehenden Sehne *(Add.γ^o)* an der lateralen Fläche der Nasenkapsel Befestigung gewonnen hat. Die Insertion *(Add.γ^i)* geschieht teils oberflächlich an der caudalen Fascie des Adductors, teils gehen die Fasern caudal in der Tiefe sowie am ventralen Rand in den oberflächlichen ventralen Teil des Adductor mandibulae über. Da Nervenästchen, die den caudalen und ventralen Teil der letzteren Portion versorgen, auch dem Add.γ Zweige abgeben, ist diese letztere Portion zweifelsohne durch Aberration aus dem Add. mandibulae entstanden.

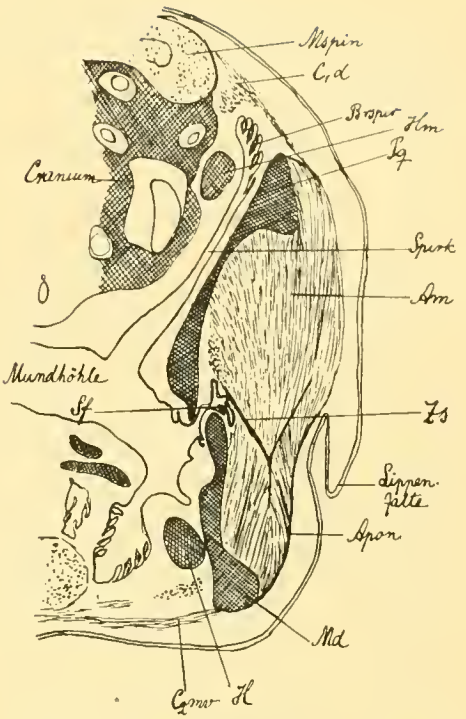
Es ist möglich, dass die oberflächliche Aponeurose des caudalen Teils des Adductor bei *Heterodontus* der in ähnlicher Lage befindlichen Fascie von *Chiloscyllium* homolog ist, um so mehr, als beide sich rostral in ähnlicher Weise in die Tiefe senken. Ist das der Fall, dann dürfen wir auch den vor der Sehne bei * gelegenen Teil des Muskels von *H.* der zweizeilig gefiederten Portion bei *Ch.* homologisieren. Die Portion Add.γ schliesslich dürfte bei ihrer Entstehung einem derartigen Fascienzug entlang gewandert sein, wie er auch bei *Ch.* vom Adductor zur Nasenkapsel zieht.

Ein wesentlich anderes Bild zeigen uns wieder die Notidaniden. Von *Heptanchus* (F. 2, 3) giebt Vetter (1874 p. 445, XIV, f. 1 *Add.*) folgende Beschreibung. Der Adductor mandibulae entspringt „längs des ganzen linken [1] obern und vordern Randes des Quadrattheils und vom oberen Rande des Anfangs des Gaumenfortsatzes des Oberkiefers, fast bis zum palatobasalen Gelenkfortsatz desselben; der massige Muskel zieht mit convergirendem Faserverlauf nach unten, die auf der Aussenseite des Ober- und Unterkiefers befindlichen flachen Gruben ausfüllend und inserirt sich am Unterkiefer auf einem schmalen Streifen, der in nach unten convexem Bogen vom Kieferwinkel an bis zum Anfang des mittleren Drittels der Unterkieferlänge verläuft. Diese Insertion wird aber fast ganz bedeckt durch ein breites starkes Sehnenband [F. 2 *Apon.*], das vom Kiefergelenk horizontal nach vorn zur Aussenseite des Unterkiefers zieht und an seiner Innenfläche noch zahlreiche Fasern des Adductors aufnimmt." (p. 448:) „Eine weitere Complication des Adductors wird durch ein halb musculöses halb sehniges Faserbündel gegeben, das von der theilweise sehnigen Aussenfläche des Muskels sich abhebt und schräg nach vorn und oben zieht, um sich in der Gegend des hintern Augenwinkels zu verlieren [F. 2 *Tadd.*γ]. Bei *Heptanchus,* wo diese Bildung überhaupt am stärksten entwickelt ist (f. 1 *Add.*γ), entspringen die hintersten Fasern direkt vom Knorpel der hintern Oberkieferecke."

Diese Beschreibung bedarf einiger Komplettierungen. Vor allen Dingen ist her-

[1]) Soll vermutlich heissen „hinteren".

vorzuheben, dass die Muskelfasern nicht direkt vom Palatoquadratum zum Mandibulare ziehen, sondern grösstenteils durch eine Sehnenplatte (Textf. 8 *Zs*) unterbrochen werden, die sich vom Mundwinkel an, wo ein kleiner oberflächlicher Sehnenspiegel vorhanden ist, quer durch die Breite des Muskels bis in unmittelbare Nähe des Mandibulare ventral vom Ursprung des Add.γ erstreckt. Medial ist diese Sehne mit einer zwischen den Kiefern lateralwärts ragenden Falte *(Sf)* der Mundschleimhaut fest verwachsen. Sie trennt sich erst weit caudal, im Gebiet des *Add.*γ, von ihr. Lateral erreicht die Sehne nicht die Oberfläche des Muskels, sondern breitet sich in seinem Inneren derart aus, dass eine T-oder Y-förmige Figur im Querschnitt entsteht; die Hauptplatte der Sehne senkt sich dabei etwas lateroventralwärts [1] (vgl. Textf. 8). Der Faserverlauf des Muskels (ausgenommen den Add.γ) ist nun der, dass die oberflächlichsten (lateralsten) Fasern vom Oberkiefer zur ventralen oberflächlichen Aponeurose *(Apon)* ziehen. Dieselbe Insertion besitzen Fasern, die an dem lateralen und ventralen Teil der Sehne *(Zs)* entspringen. Zum weitaus grössten Teil inserieren die am Palatoquadratum entspringenden Fasern aber an der Zwischensehne. An dieser entspringen wieder medioventral Fasern, die zum Mandibulare ziehen. — Die am weitesten medial gelegenen Fasern des dorsalen Adductorteils inserieren zum Teil nicht an der Zwischensehne, sondern an der oben erwähnten Falte der Mundschleimhaut. Während die mehr caudal gelegenen von diesen Fasern annähernd vertikal stehen, geht die Richtung rostralwärts mehr und mehr in eine horizontale über oder nähert sich doch einer solchen (in Textf. 8 quer durchschnitten und daher punktiert dargestellt). Diese Fasern entstammen einer durch eine Furche nur oberflächlich vom übrigen Muskel getrennten rostralsten Portion des Adductor mand. (F. 3 *Ama*). — Zu erwähnen ist noch, dass der Ursprung dorsal und caudal etwas auf eine Fascie übergreift, die den Add. mand. von dem C_1d und C_2md trennt.



Textf. 8. *Heptanchus cinereus.* Embryo von 6,7 cm. Länge. Querschnitt durch den Kopf in der Labyrintregion. Vergrössert. — *Brspir.* Spritzlochkieme; *Spirk.* Spritzlochkanal; *Sf.* Falte der Mundschleimhaut.

[1] Embryonen von *Heptanchus* (6,7 und 9,5 cm lang) verhielten sich, abgesehen von dem mehr oder weniger embryonalen Charakter der Gewebe, ganz wie die Erwachsenen.

In den geschilderten Beziehungen verhält sich *Hexanchus* im Wesentlichen sehr ähnlich wie *Heptanchus*. Unterschiede ergeben sich in der Stärke der Zwischensehne, die bei *Heptanchus* schwach, bei *Hexanchus* stark ausgebildet ist, in dem Fehlen der Abgrenzung einer Portion *Ama* bei *Hexanchus* und anderen unbedeutenden Details.

Den Ursprung des Adductorγ hat Vetter (l. c.) nicht richtig erkannt. Diese Portion entspringt bei *Heptanchus* grösstenteils fleischig (nur die rostralsten Fasern entspringen kurzsehnig) am caudalsten Teil der Muskelgrube des Mandibulare unmittelbar vor dem Gelenk. Die ventralen Fasern ziehen, von den Adductorfasern bedeckt, dorsolateralwärts (die rostralsten in etwas caudalwärts gerichtetem Bogen) um sich, an die Oberfläche tretend, rostralwärts zu wenden. Diese am Mandibulare entspringenden Fasern bilden die Hauptmasse des Muskels; ihnen schliessen sich am articularen Ende der Muskelgrube des Palatoquadratum entspringende Fasern in individuell wechselnder Ausdehnung (F. 2) an. Sie bilden einen keilförmigen Komplex, der gegen die umgebenden Adductorfasern nicht scharf abgrenzbar ist. Nach kurzem Verlauf geht der Muskel in eine Sehnenplatte über, die sich gleich in eine mehr dorsale breitere *(Taddγ_1)* und eine mehr ventrale sehr schmale Sehne *(Taddγ_2)* spaltet. Erstere ist die schon von Vetter erwähnte. Sie zieht rostrodorsalwärts zum hinteren Augenwinkel, wo einige ihrer Fasern sich an der Haut *(Int)* befestigen, während die übrige Sehne, sich in dorsale und ventrale Bündel spaltend, teils sich dem infraorbitalen Schleimkanal medial anlegt und in dessen Wandung verliert, teils am Postorbitalfortsatz Befestigung gewinnt, teils schliesslich sich in Form dünner Sehnenstränge dem oberen und unteren Lid am Rande anlegt und in denselben ausstrahlt. — Die zweite, dünnere, mehr medial und ventral entspringende Sehne [1] zieht gerade rostralwärts, indem sie sich bald dem Rand der Oberlippe innen anlegt. Einige ihrer Fasern treten in Beziehung zum Parethmoidalknorpel [2] während die Hauptmasse sich dem rostralwärts ziehenden Schleimkanal anlegt und mit dessen Wandung fest verbunden ist. Wo sich dieser Kanal dann im Winkel medialwärts wendet um mit dem der anderen Seite zu verschmelzen, ziehen sie rostralwärts um ventral unter der Nasenkapsel auseinander zu strahlen und sich am rostralen Rand derselben zu befestigen. [3] — Beide Sehnen, besonders aber die dorsale, gehen an ihren Rändern in die subcutane Fascie über, und erscheinen dadurch als Differenzierungen dieser letzteren.

[1] K. Fürbringer 1903 t. XVII f. 12 bildet den Anfang dieser Sehne ab, ohne sie jedoch im Text zu erwähnen. Da ich dieselbe an 3 erwachsenen Exx. in übereinstimmender Ausbildung fand und sie auch schon bei einem Embryo von 6,7 cm Länge sich vorfindet, ist ihr Vorkommen jedenfalls konstant.

[2] Da der „Schädelflossenknorpel" (Gegenbaur) nur in relativ wenigen Fällen die im Namen ausgedrückte Bedeutung besitzt, schlage ich vor den betreffenden Skeletteil bei Haien und Rochen als *„Cartilago parethmoidalis"* zu bezeichnen.

[3] Bei dem erwähnten Embryo konnte ich sie bis zur Umbiegungsstelle des Schleimkanals verfolgen.

Bei *Hexanchus* ist der Add.γ kräftig und breiter als bei *Heptanchus*. Der Ursprung erfolgt zum allergrössten Teil wie dort am Unterkiefer; nur wenige am Oberkiefer entspringende Fasern schliessen sich ihm an. Er geht in eine einheitliche breite Sehnenplatte über, die am ventralen Rand verdickt ist und rostralwärts sich ausbreitet um sich allmälig in der mit der Haut fest verbundenen subcutanen Fascie zu verlieren. Besondere Differenzierungen für die Augenlider konnte ich nicht finden. Der Muskel, bez. seine Sehne, ist also hier primitiver gebaut als bei *Heptanchus*.

Der Add.γ erscheint als eine caudalste Adductorportion, die zu der subcutanen Fascie in Beziehung getreten ist.[1] Damit nähert er sich jenem Verhalten, das wir bei *Chiloscyllium* und *Heterodontus* bereits gefunden haben (vgl. S. 52—54).

Die grösste Mannigfaltigkeit in der Ausbildung zeigt der Adductor mandibulae bei den Cyclospondyli s. str. Gemeinsam für alle hierher gehörenden Formen ist, dass die für den Ursprung des Adductor mandibulae bestimmte articulare (caudale) Verbreiterung des Palatoquadratum rostral (symphysial) mit einem rostro-dorsalwärts und meist etwas lateralwärts gerichteten Vorsprung endet (vgl. Gegenbaur 1872, p. 191).

Über *Echinorhinus* hat bereits K. Fürbringer (1903 p. 383–385, t. XVII, f. 13) Angaben gemacht. Der Muskel (F. 6 *Am*) ist fast ebenso einfach gebaut wie der von *Chlamydoselache*, indem die Fasern oberflächlich vom Ober- und Unterkiefer gegen eine Zwischensehne konvergieren, die sich vom Mundwinkel bis zum Palatoquadratum etwas dorsal vom Gelenk erstreckt. Im Inneren des Muskels ist sie schräg mediorostralwärts gerichtet; ventrocaudal setzt sie sich oberflächlich als aponeurotische Fascie *(f)* fort und dient den caudalsten Fasern als Ursprung. — Die medialsten Fasern ziehen auch hier ohne jede Unterbrechung vom Ober- zum Unterkiefer.

Bei den übrigen Squaliden erfolgt der Ursprung des Adductor mandibulae hauptsächlich am lateralen und vorderen Umkreis des oben erwähnten Muskelfortsatzes, daneben aber auch an einem dorsalen Streifen der übrigen lateralen Fläche des Palatoquadratum sowie an dessen caudalem Rand. In manchen Fällen, am ausgeprägtesten bei *Somniosus*, wird eine Verlängerung der Adductorfasern dadurch erzielt, dass der Ursprung ein Stück auf die mediale Seite des Palatoquadratum übergreift, wie es schon von Vetter (1874 p. 445) für *Squalus* und *Scymnorhinus* angegeben wurde, „sodass die Fasern erst nach vorn ziehen müssen und dann erst um das vorspringende Quadratum herum sich nach unten und hinten wenden“. Der Ursprung kann, wie z. B. bei *Scymnorhinus* (Fig. 11) durch in den Muskel ragende Sehnen verstärkt sein. Die Insertion nimmt in der Mehrzahl der Fälle einen Streifen am ventralen Rand der vom Muskel bedeckten

[1] Näheres über diese Deutung s. S. 63.

lateralen Fläche des Mandibulare ein, und breitet sich nur am caudalsten Teil des Unterkiefers stärker aus. Nicht selten ist der Muskel an seiner medialen Fläche, besonders rostral, gegen die Insertion hin sehnig. Am besten ist diese Sehne bei *Scymnorhinus* und *Somniosus* ausgebildet. Hand in Hand mit diesem Sehnigwerden geht eine Reduktion und ventralwärts gerichtete Verschiebung der Insertionsfläche, sodass bei dem zuletzt erwähnten Hai nur noch die caudalsten medialen Fasern ventral vom Gelenk fleischig inserieren, während im übrigen der Muskel sich mittelst einer dünnen aber starken und breiten, medial gelegenen Aponeurose am ventralen Rand des Kiefers befestigt. Fast die ganze laterale Fläche des letzteren bleibt daher frei von der Insertion.

Eigentümlich für alle Squaliden ist, dass der Adductor mandibulae (incl. Add.γ) caudal den Rand der Kiefer bedeutend überragt (in Fig. 12 ist der caudale Umriss der Kiefer durch Striche angedeutet).

Wie *Echinorhinus*, besitzen auch manche andere Squaliden eine gut ausgebildete Zwischensehne. Am besten entwickelt fand ich sie bei *Centroscyllium* (F. 8 *Zs*), wo sie, am Mundwinkel beginnend, im Bogen caudal- und dorsalwärts zieht.[1] Sie setzt sich oberflächlich in eine dünne Fascie *(f)* fort, die sich ventral vom Auge rostralwärts zum Proc. infraorbitalis begiebt. Während im rostralen Teil des Muskels die vom Palatoquadratum kommenden fast vertikal verlaufenden Fasern in den ventralen Fasern eine direkte Fortsetzung finden, geht die Richtung der ventrocaudal von der Fascie inserierenden Fasern caudalwärts allmälig in eine annähernd horizontale über. Zugleich schiebt sich der an der Fascie erfolgende Ursprung, in der Höhe des Gelenks beginnend, rostralwärts etwas über den vorderen dorsorostralen Teil des Adductors vor. So entsteht hier ein Adductorγ *(Add.γ)*. Seine Sehne, die in vollständiger Kontinuität mit der oben erwähnten Fascie ist, erstreckt sich rostralwärts, wo sie sich teils am hinteren Augenwinkel befestigt, teils am Postorbitalfortsatz.

Bei den übrigen Squaliden ist die Zwischensehne in sehr variabler Weise ausgebildet.[2] Bald beginnt sie am Mundwinkel und geht caudal in eine oberflächlich ausgebreitete Aponeurose über, an der sich die caudalsten Adductorfasern befestigen (z. B. *Centrophorus granulosus* Fig. 9, *Scymnorhinus lichia* Fig. 11), bald bleibt der vorderste Teil des Muskels frei von der Sehne (z. B. *Etmopterus lucifer* Fig. 13, *Centroscymnus* Fig. 10). Die erwähnte oberflächliche Fascie, welche (vgl. *Scymnorhinus* Fig. 11) sehr

[1] Die Zwischensehne erstreckt sich hier vertikal zur Oberfläche des Muskels ein kurzes Stück medialwärts.

[2] Auf die Beziehungen der Zwischensehne zur oberflächlichen Fascie habe ich bei der Untersuchung der meisten anderen Squaliden nicht besonders Acht gegeben, da ich zu spät auf diesen Punkt aufmerksam wurde; einen Zusammenhang zwischen beiden habe ich ausser bei *Centroscyllium* nur noch bei *Etmopterus lucifer* beobachtet.

ansehnliche Dimensionen erreichen kann, geht oft allmälig in den Add.γ über, so in anderer Form jene Beziehungen wiederholend, die wir bei *Centroscyllium* zwischen dieser Muskelportion und der Zwischensehne fanden.

Ist der Add.γ. somit gegen den übrigen Muskel oft nicht scharf abgrenzbar, so ist er doch stets deutlich vorhanden und bildet ein für alle Cyclospondyli, mit Ausnahme von *Echinorhinus*, sehr charakteristisches Element. Er entspringt stets am caudalen Rand des Palatoquadratum, rostral in Kontinuität mit dem Add. mandibulae, von dem er nur bei *Somniosus* (F. 15) am Ursprung einigermassen deutlich gesondert ist, ferner in grösserer oder geringerer Ausdehnung auch am caudalen Rand des Mandibulare. In manchen Fällen, wie z. B. bei *Centrina* (Fig. 16) befestigt sich seine Sehne am Postorbitalfortsatz. Die weitaus grösste Bedeutung besitzen jedoch seine Beziehungen zum Lidapparat des Auges, wie solche schon bei den Notidaniden (vgl. S. 56) und *Centroscyllium* (S. 58) erwähnt wurden. Sie veranlassten Drüner (1903 p. 559) den Muskel als Constrictor palpebrarum, K. Fürbringer (1903 p. 385) ihn als Retractor palpebrae (bei *Heptanchus*) zu bezeichnen. [1]

In den einfachsten Fällen sind die Fasern des Constrictor palpebrarum einander annähernd parallel rostralwärts gerichtet. Die Sehne ist einfach und spaltet sich erst am Augenwinkel in zwei für das obere und untere Lid bestimmte Zipfel (z. B. *Centroscyllium* Fig. 8, *Squalus* Fig. 12). In anderen Fällen tritt eine Differenzierung ein. Bei *Centroscymnus* (Fig. 10) ist der hauptsächlich auf das obere Lid wirkende dorsale, am Palatoquadratum entspringende Teil des Muskels kürzer als der vom Mandibulare kommende, in erster Linie auf das untere Lid wirkende.

In den bisher besprochenen Fällen bestand die Wirkung des Constrictor lediglich in einem Spannen der Lidränder durch parallelen Zug in caudaler Richtung. Eine Vervollkommnung wird bei *Centrophorus* (Fig. 9) und *Etmopterus lucifer* (Fig. 13) insofern angebahnt, als die rostral an den Add.γ grenzenden Fasern des Adductor mandibulae ihren Ursprung von dem Palatoquadratum auf den dorsalen Rand der Sehne des Constrictor palpebrarum verlegt haben. Dadurch wird der auf das obere Lid wirkende Zug in ventraler Richtung abgelenkt. Diese dem Adductor γ sekundär sich angliedernde Portion übernimmt schliesslich bei *Etmopterus spinax* (Fig 14) allein die Funktion das obere Lid zu schliessen. Nur eine einzige schwache Faser deutete in dem untersuchten Fall

---

[1] Andere synonyme Bezeichnungen für den Add.γ sind:
Retractor palpebrae superioris: Ruge 1896 (p. 245, f. 14).
M. maxillo-ocularis [= M. cranio-ocularis?]: Jaquet 1900 (p. 66).
Muscle oculomoteur supérieur } Jaquet 1900 (p. 86, t. II, f. 172).
„ „ inférieur }

noch die frühere Richtung des Muskelzuges an. Die übrigen auf das obere Lid wirkenden Fasern des ursprünglichen Add.γ wurden offenbar rückgebildet. [1]

Es hat sich also innerhalb der Squaliden eine ähnliche Kreuzung von die Augenlider bewegenden Muskeln herausgebildet, wie wir sie in grösserer Mannigfaltigkeit bei den Scylliorhiniden und Carchariiden kennen lernten, (S. 16—29), doch entstanden diese Differenzierungen in beiden Fällen, wie schon K. Fürbringer (1903 p. 385) hervorhebt, aus dem Material ganz verschiedener Muskeln; im ersteren Falle aus dem Adductor mandibulae, im letzteren aus dem C_1d. Die Sehne der aus dem Add.γ entstandenen Lidmuskeln liegt nicht, wie die der Scylliorhiniden und Carchariiden lateral vom postorbitalen Schleimkanal sondern medial von demselben, oder doch so, dass der Kanal nur die lateralste Schicht der Sehne durchbohrt.

Der Adductor mandibulae von *Pristiophorus* (Fig. 17 und 17 a) ist auffallend klein, ein Umstand, der in deutlicher Korrelation zu der mächtigen Entwicklung des M. praeorbitalis steht. Nur die der symphysialen Seite der Kiefer zugekehrten Fasern setzen sich direkt vom Ober- zum Unterkiefer fort. Diese Fasern entspringen an der symphysialen Seite des Muskelfortsatzes des Palatoquadratum. Artikularwärts von der Spitze dieses Fortsatzes bis kurz vor das Gelenk und an der vertieften externen Fläche des Knorpels, ferner am abdentalen und articularen Rand des Mandibulare im Bereich des Muskels entspringen Fasern, die ventrolateralwärts zu einem starken Bindegewebsstrang, ziehen der ventrolateral von der Orbita in der lateralen Kante des Körpers verläuft und durch seine bedeutende Festigkeit dieser zur Stütze gereicht. [2] Im Vergleich zur Gesammtgrösse des Adductor mandibulae besitzt hier der Add.γ die bedeutendste Ausdehnung unter allen Haien. Neue Beziehungen hat der Add.γ auch bei *Squatina* angeknüpft, indem er hier mit einem Zipfel seiner Sehne am Hyomandibulare Befestigung gewinnt (vgl. den speziellen Teil!).

Die Bedeutung der Zwischensehne des Adductor mandibulae und diejenige des Add.γ mögen hier im Zusammenhang erörtert werden.

Mit Recht hat Karl Fürbringer (1903 p. 382—384) die Ansicht Dohrns (1885 p. 44) zurückgewiesen, dass die Zwischensehne einem solchen Septum entsprechen sollte,

[1] Drüner hat bereits (1903 p. 559) darauf aufmerksam gemacht, dass der Constr. palpebrarum von *Etm. spinax* vom übrigen Muskel durch eine Zwischensehne getrennt ist. Wie ein Vergleich mit *Etm. lucifer* ergiebt, handelt es sich um eine sekundäre Ausbreitung der Zwischensehne in dorsaler Richtung (vgl. unten S. 62).

[2] Dieser bindegewebige Strang ist mit der Haut sehr fest verwachsen und enthält kleine Knorpelstücke, denen spitze Zähne aufsitzen. Letztere stellen eine caudale Fortsetzung der „Säge" dar. Später scheint er gänzlich zu verknorpeln. Wenigstens existiert nach Haswell (1885, t. 1, f. 9) und Jaekel (1890 textf. p. 102) eine Jochbogen-artige Knorpelspange an der Stelle dieses Stranges.

wie sie sich zwischen den weiter caudal gelegenen verschiedenen Metameren angehörenden homodynamen Constrictoren finden. Ausser den von dem genannten Verfasser erwähnten Argumenten spricht die Art der Innervierung entschieden gegen eine sekundäre Verwachsung von zwei ursprünglich getrennten Constrictoren. Grössere und kleinere Nervenäste, welche oberhalb der Zwischensehne aus dem $N.V_3$ entspringen, durchbohren nämlich die in Rede stehende Fascie und verzweigen sich gleichmässig ober- wie unterhalb derselben. Ich habe das bei Repräsentanten aller jener von mir untersuchten Familien nachgewiesen, die mit einer Zwischensehne versehen sind. Es kann also nicht zweifelhaft sein, dass die durch diese letztere Sehne bedingte Teilung des Muskels, wie auch K. Fürbringer es annimmt, ganz sekundär entstanden ist.

Wenn dieser Verfasser (l. c. p. 383) die Ausbildung der Zwischensehne als eine „funktionelle Anpassung (zum Zweck der Raumersparnis)" deutet, wenn er ferner angiebt, dass Formen mit weit caudalwärts sich erstreckender Mundspalte eine ausgedehnte Zwischensehne besitzen (z. B. *Chlamydoselache*, *Heptanchus*[1]), während sie bei den „mit einer minder distalwärts ausgedehnten Mundspalte versehenen Squaliden *Acanthias* und *Scymnus*" fehlen soll (hinsichtlich letzterer Formen wird Vetters in dieser Beziehung nicht genaue f. 3, t. XIV zitiert), so ist das Wesentliche an der Sache richtig erkannt. Allerdings fehlt, wie meine Untersuchungen ergaben, die Zwischensehne den erwähnten Squaliden nicht ganz, sondern ist nur schwach ausgebildet. Im Grossen und Ganzen bestätigen aber meine Befunde durchaus das von K. Fürbringer gefundene Abhängigkeitsverhalten. Die sehr weitmäuligen Formen: *Chlamydoselache*, Notidaniden, Lamniden, *Echinorhinus* haben die am besten ausgebildete Zwischensehne, auch die Scylliorhiniden und Carchariiden besitzen sie in guter Ausbildung, während sie bei den typischen Squaliden, deren Mundspalte mehr quer steht, schwach ist, und bei den kleinmäuligen *Chiloscyllium*, *Heterodontus* und *Centrina* in dieser Form vermisst wird.

Ein Verständnis der Ausbildungszustände der Zwischensehne erfordert aber ausser der Berücksichtigung der von K. Fürbringer hervorgehobenen Beziehungen ein Eingehen auf das Verhalten des M. praeorbitalis, ferner auf die Funktion und Ausbildung des Add. γ.

Wie S. 48 gezeigt wurde, bedingt eine weite Mundspalte ein Herabrücken des Ursprungs des M. praeorbitalis, wodurch dieser in eine mehr oder weniger horizontale Lage kommt. Hand in Hand damit geht eine Änderung seiner Funktion. Er trägt in dieser Lage zur Spreizung der articularen Kieferenden und zur Protraktion des Palatoquadratum bei (vgl. Kapitel VII). Dabei pflanzt sich sein Zug eben mittelst der Zwischensehne auf die Kiefer fort, ein Verhalten, das gewiss sehr wesentlich zur Verstärkung dieser

[1] K. Fürbringer vergleicht die oberflächliche Insertionsfascie des Adductor mandibulae mit der Zwischensehne. Die im Inneren dieses Muskels vorhandene horizontale Sehne ist ihm entgangen.

Sehne beigetragen hat. — Ist der Add.γ kräftig, so wird er den M. praeorbitalis der Funktion des Spreizens teilweise oder ganz entlasten (Mehrzahl der Squaliden, vgl. Kap. VII), womit dann eine Rückbildung der Zwischensehne verbunden ist. Bei *Etmopterus spinax*, wo der Add.γ sekundär ganz und gar in den Dienst der Augenlider trat (vgl. S. 59—60), erstreckt sich auch die Zwischensehne sekundär wieder bedeutend weiter articular- und dorsalwärts als bei den nächsten Verwandten.

Es fragt sich nun, ob die Zwischensehne bei verschiedenen Formen unabhängig durch konvergente Anpassung erworben wurde oder ob sie wenigstens zum Teil gemeinsamen Ursprungs ist.[1]

Die weite Verbreitung einer gut ausgebildeten Zwischensehne unter den *Astrospondyli* macht es in hohem Grade wahrscheinlich, dass die fraglichen Gebilde hier durchaus homolog sind (bei Lamniden, Scylliorhiniden, Carchariiden). Es will mir aber scheinen, dass auch die bei *Chiloscyllium* und *Heterodontus* vorhandene vertikale Sehne (vgl. F. 24 * und F. 26 *) mit der in Rede stehenden vergleichbar ist. Wie diese sich bei Lamniden und Carchariiden rostromedialwärts in den Muskel einsenkt (vgl. S. 51), so tut es auch die Sehne von *Chiloscyllium* und *Heterodontus*, und wie sich bei den letzteren die Sehne in eine oberflächliche, einem Teil der Fasern zur Befestigung dienende Aponeurose *(Apon)* fortsetzt, dehnt sich auch bei vielen weitmäuligen Formen eine Fortsetzung der Sehne latero-ventral und caudalwärts über den Muskel aus. Auch für die relativ weit rostrale Lage der Sehne bei *Ch.* und *H.* findet sich eine Analogie in dem Verhalten des dorsalen Teils der Zwischensehne z. B. bei *Odontaspis* und *Carcharias*. Unter solchen Umständen ist es nicht unwahrscheinlich, dass wir es mit Gebilden zu tun haben, die genetisch zusammengehören, sich aber in ganz verschiedenen Richtungen differenziert haben.

Auch einer gemeinsamen Anlage der Zwischensehne bei *Echinorhinus* und den übrigen Squaliden einerseits und derjenigen der Astrospondyli andrerseits steht nichts im Wege. Die oberflächliche Aponeurose, in die die Sehne bei vielen Formen (z. B. *Scymnorhinus, Squalus*) caudal übergeht, zeigt grosse Anklänge an diejenige von *Chiloscyllium*, um so mehr als auch sie sich rostralwärts in die Tiefe wendet, bez. von der rostralen Portion auf kurzer Strecke überlagert wird. Die einzige Form, bei der ich keinerlei Andeutung einer solchen Sehne fand, ist *Centrina*. Hier aber liegen aller Wahrscheinlichkeit nach sekundär stark veränderte Verhältnisse vor.

Chlamydoselache schliesst sich den besprochenen Formen an.

---

[1] Eine Untersuchung dieser Frage erscheint insofern nicht ohne Bedeutung, als Allis (1897 p. 579) die Zwischensehne von *Carcharias* und *Galeus* einer solchen (der von ihm als $A_2A\omega'$ bezeichneten) bei *Amia* vergleicht.

Dagegen bietet die mediale Lage der Zwischensehne bei den *Notidanidae* kombiniert mit dem Vorhandensein der oberflächlichen Insertionssehne bei diesen Tieren einem Vergleich mit den oben erörterten Formen so grosse Schwierigkeiten, dass ich auf einen näheren Erklärungsversuch verzichten muss. Ganz ausgeschlossen erscheint eine Homologie im weiteren Sinne (der medialen Sehne) mit der Zwischensehne der übrigen Formen auch hier nicht.

Sehe ich von der letzteren Familie ab, so erscheint eine Homologie der Anfänge der in Rede stehenden Sehnenplatte bei den verschiedenen Ordnungen der Haie wahrscheinlich, wenngleich sich im Übrigen weitgehende Konvergenzerscheinungen geltend machen.

Auch der Add.γ sei hier noch einmal im Zusammenhang kurz besprochen, da er in der Litteratur zu sehr verschiedenen Deutungen Anlass gegeben hat.

Schon wiederholt hatte ich Gelegenheit die nahen Beziehungen hervorzuheben, die zwischen der Zwischensehne bez. der als Verbreiterung derselben erscheinenden Aponeurose und dem Adductorγ bestehen (vgl. *Chiloscyllium* S. 52, 54, *Squaliden* S. 58). Letztere Portion erscheint als ein Abschnitt des ventro-caudal von der Sehne, bez. der oberflächlichen Aponeurose, gelegenen Teils des Adductor mand., welcher sich an der subcutanen Fascie befestigt. Eine solche Befestigung der Fasern wurde dadurch ermöglicht, dass sich die an der Oberfläche des Muskels befindliche Sehnenplatte mit der subcutanen Fascie bez. mit dem subcutanen Bindegewebe verband. Ein solches Stadium, wo der Adductorγ noch nicht als gesonderte Portion des Add. mandibulae auftritt, finden wir bei *Chiloscyllium*. Bei den Notidaniden ist der Add.γ bereits deutlicher individualisiert; bei den Squaliden ist das bald in höherem *(Somniosus, Etmopterus)*, bald in geringerem Grade (z. B. *Scymnorhinus*) der Fall. An der Bildung der in Rede stehenden Portion beteiligen sich überall sowohl am Palatoquadratum wie am Mandibulare entspringende Fasern, doch ist bald die mandibulare Portion die überwiegende (Notidaniden), bald die am Palatoquadratum befestigte (Squaliden). Auch die Sehnenzüge haben sich in sehr verschiedener Weise herausdifferenziert; sie ziehen bald zur Nasenkapsel oder z. T. ventral von derselben rostralwärts *(Chiloscyllium, Heterodontus,* Notidaniden), bald zum Lidapparat (Squaliden, Notidaniden) dem Postorbitalfortsatz (z. B. Notidaniden, *Centrina*) oder gar zum Hyomandibulare *(Squatina)*.

Schon durch die enge Verwachsung mit dem Adductor mandibulae erweist sich der Add.γ als ein Teil desselben (vgl. auch K. Fürbringer 1903 p. 384—385, der diese Ansicht vertritt). Diese Anschauung wird dadurch zur Gewissheit, dass die Innervation durch eine wechselnde Anzahl von Ästchen der den Adductor mandibulae versorgenden

Zweige des $N.V_3$ stattfindet.[1] Bei *Heptanchus* fand ich 4 solche, bei den Squaliden, wo in der Regel eine auch nur annähernde Abgrenzung dieser Portion nicht möglich ist, lässt sich eine bestimmte Zahl der Äste nicht angeben; ebensowenig bei *Chiloscyllium*.

Ist es also zweifellos, dass der Adductorγ mit dem Add. mandibulae ursprünglich eine Einheit bildet, so deutet doch sein Vorkommen bei so verschiedenen Typen wie *Chiloscyllium*, Notidaniden, Squaliden und Squatiniden, — auch bei den Batoiden werden wir ihn wiederfinden, — auf ein relativ hohes Alter jener Beziehungen zu den Fascien, die ihn entstehen liessen. Das Fehlen eines Adductorγ bei zahlreichen Haien, unter Anderem bei den relativ tief stehenden *Chlamydoselache*, *Echinorhinus* und *Odontaspis*, braucht nicht unbedingt dagegen zu sprechen. Vielmehr lässt der S. 58 erwähnte, bei *Centroscyllium* und *Etmopterus lucifer* gefundene Zusammenhang der subcutanen Fascie mit der Zwischensehne ventral vom Add.γ es möglich erscheinen, dass auch die Zwischensehne alte Relationen zur subcutanen Fascie besitzt, wenngleich dieselben in vielen Fällen rückgebildet wurden.[2]

Die oben angeführten Fakta entheben mich der Pflicht die Ansicht von Allis (1897 p. 568—570, 571, 574) zu widerlegen, wonach der Add.γ in Lid- und Spritzlochmuskeln von *Carcharias* und *Galeus* seine Homologa haben sollte. Eine solche Ansicht wird nur dadurch erklärlich, dass Allis nicht selbst einen mit einem Add.γ versehnen Hai untersuchte.

B. Rochen.

Schon Sagemehl (1885 p. 107) vor allen Dingen aber Tiesing (1896 p. 88—90) haben darauf hingewiesen, dass der Adductor mandibulae der Rochen sich gegenüber demjenigen der Haie durch einen Zerfall in mehrere Portionen auszeichnet.

Tiesing unterscheidet bei *Raja* und *Rhinobatus* drei Portionen:

1) M. adductor mandibulae medialis (t. VI f. 11 und 12 *amm*),
2) M. „ „ lateralis I (aml_1),
3) M. „ „ „ II (aml_2).

Diese Einteilung kann, wie meine Untersuchungen ergeben, im Grossen und Ganzen auch für die übrigen Rochen gelten. Nur bei *Torpedo* sind diese Portionen z. T.

[1] K. Fürbringer (l. c. Anm.) sagt: „Für eine Abstammung dieses Adductorγ von dem Facialis-Constrictor liegen keine Beweise vor.“ Eine solche Abstammung ist nach Obigem selbstverständlich ganz ausgeschlossen.

[2] Die physiologische Bedeutung des Add.γ wurde schon S. 62 berührt und soll im Kap. VII eingehender gewürdigt werden.

so stark umgestaltet, dass ein Vergleich im Einzelnen bei dem vorliegenden Material nicht möglich war.

Zu diesen drei Portionen kommen noch die von Tiesing (p. 84—86, t. VI u. VII) bei *Rhinobatus* und *Raja* als M. levator labii superioris II bis V *(lls 2—5)*, bei *Torpedo* als M. levator labii superioris medialis *(llsm)* und lateralis *(llsl)* bezeichneten Portionen, die ich im Gegensatz zu diesem Verfasser und zu Marion (1903 p. 22—23 und f. 3 *Lls* 2—5), der sich ihm anschliesst, vom Adductor mandibulae ableite.

Ich beginne mit dem Add. mandibulae lateralis I und dem Add. mand. medialis.

Bei *Pristis* (F. 47) stellt dieser Abschnitt eine dünne Schicht dar, deren Ursprung an der ventralen (äusseren) Fläche und dem rostralen (abdentalen) Rand des Palatoquadratum stattfindet und medial etwas auf die dorsale (interne) Seite dieses Knorpels übergreift. Die Fasern ziehen vom M. praeorbitalis bedeckt und zum Teil mit ihm verwachsen zum Unterkiefer an dessen ventralem Rand sie an einer deutlichen Knorpelleiste inserieren. [1] Symphysialwärts geht der Add. mand. lat. I ventral vom Mundwinkel in den schwachen Add. mand. medialis *(Amm)* über, der nur als ein aberrantes Bündel von ihm erscheint, articularwärts (lateral) steht er im Zusammenhang mit dem Add. mand. lat. II.

Der gesammte M. adductor mandibulae bildet noch eine zusammenhängende Muskelmasse. Auch bei *Raja* ist das der Fall, während bei *Rhinobatus* und *Rhynchobatus* eine Spaltung eingetreten ist.

Die Hauptmasse des Add. mand. lat. I besitzt bei *Rhynchobatus* (F. 43 *Aml 1*) eine annähernd dreieckige Gestalt und entspringt, zum Teil sehnig, an einem lateral vom Mundwinkel und etwas rostral von demselben befindlichen starken Knorpelvorsprung um mit divergierenden Fasern am Mandibulare zu inserieren. Ferner breitet sich der Muskel am Oberkiefer dorsal vom M. praeorbitalis aus, um am medialen Rand des letzteren als dünner Streifen zum Vorschein zu kommen. Die Fasern dieses Abschnitts konvergieren caudalwärts um zusammen mit der Hauptmasse der Portion grösstenteils an einem Höcker des Mandibulare zu inserieren. — Ein kleines Bündel, den Add. mand. medialis *(Amm)* repräsentierend, sondert sich aus der Tiefe der letzterwähnten Portion ab und zieht am caudalen Rand des Mundes medialwärts um am Mandibulare in etwa halber Länge zwischen Mundwinkel und Symphyse zu inserieren.

Sehr ähnlich verhält sich *Rhinobatus* (vgl. F. 45).

---

[1] Einige mediocaudal vom M. praeorbitalis am Palatoquadratum entspringende Fasern befestigten sich bei dem untersuchten Ex. an der oberflächlichen Fascie des erwähnten Muskels (F. 47 *). Sie dürften dazu beitragen den M. praeorbitalis in seiner Lage zu erhalten.

Auch *Raja* schliesst sich hier an, doch fehlt ventral vom Palatoquadratum eine medial vom M. praeorbitalis gelegene Portion des M. add. mand. lat. I und am Mundwinkel findet sich eine kleine Zwischensehne im M. add. mand. medialis.

Einen hohen Grad von Selbständigkeit hat der Adductor mandibulae medialis bei den Centrobatiden und z. T. auch bei den Torpediniden *(Astrape)* gewonnen, weshalb es sich empfiehlt ihn gesondert vom Adductor mand. lat. I zu besprechen.

Bei *Trygon* (F. 50 *Amm*) ist er schwach und entspringt am Palatoquadratum etwa an der Grenze des lateralen und mittleren Viertels der Mundspalte, umzieht, dem Rand der Zahnplatten stets dicht folgend, den Mundwinkel und inseriert am Mandibulare an der Grenze des mittleren etwas vorspringenden Teils desselben. — *Myliobatis* (F. 61) besitzt einen etwas kräftigeren, abgeplatteten Muskel, dessen Ursprung und Insertion in der Nähe der Symphysen erfolgen, und der am Ursprung und am Mundwinkel sehnig ist.[1]

Eigentümlich und unter einander ganz verschieden verhalten sich die beiden untersuchten Torpediniden-Genera.

Bei *Astrape* (F. 55—58 *Amm*) erfolgt der Ursprung mit kurzer schlanker Sehne am Palatoquadratum (F. 57, 58 *Amm*^{o}) in der Nähe der Symphyse, woraut der Muskel den sehr ansehnlich entwickelten oberen Lippenknorpel (F. 57 *Cls*) durchbohrt.[2] Er umzieht dann den Mundwinkel, drängt sich zwischen den unteren Lippenknorpel und das Mandibulare und inseriert wiederum in der Nähe der Symphyse (F. 58 *Amm*^{i}).

Auch bei *Torpedo* (F. 53) findet sich dem Mundwinkel zunächst eine vom übrigen Adductor unterscheidbare, wenn auch nur partiell abgetrennte Portion, die an dieser Stelle angeführt werden mag, wenngleich ihre Homologie mit dem Add. mand. medialis der oben besprochenen Formen in hohem Grade fraglich ist *(Ama)*. Sie entspringt an der dorsalen (abdentalen) Fläche des Palatoquadratum rostromedial (symphysial) von der Insertion des Levator palatoquadrati und zieht im Bogen zur Gegend des Mundwinkels, wo sie bei *T. marmorata* durch eine Zwischensehne unterbrochen wird. Ventral von dieser zieht sie wieder rostroventral- (symphysial-) und medialwärts, wobei sie sich ausbreitet und über den abdentalen Rand des Kiefers tritt (F. 51 *Ama*) ohne an demselben Befestigung zu gewinnen. Sie inseriert am lateralen Rand des M. coracomandibularis *(Mcm)*, an der diesen Muskel bedeckenden Fascie. — Es ist jedoch zu

[1] Am Mundwinkel ist der Muskel durch Bindegewebe sehr fest mit der Mundschleimhaut verbunden.

[2] Die Durchbohrung des oberen Lippenknorpels ist vermutlich als eine Umwachsung des Muskels durch den Knorpel zu deuten. Als Vorstadium einer solchen könnte vielleicht die von Henle (zitiert nach Jaekel 1894, f. 6, p. 72) abgebildete Einkerbung am rostralen Rand des betreffenden Skelettstücks bei *Narcine brasiliensis* gedeutet werden. — Die Form des in Rede stehenden Knorpels wie auch die des unteren Lippenknorpels von *Astrape* geht aus F. 57 hervor. Ein dritter kleiner Knorpel liegt zwischen Ober- und Unterkiefer und ist lateral von den anderen bedeckt (in F. 58 *Cl* sichtbar).

bemerken, dass ein beträchtlicher Teil der Fasern des dorsalen Abschnitts an der inneren (dem Knorpel zugewandten) Seite des Muskels sich direkt, etwas schräg caudalwärts (articularwärts) gerichtet zum Unterkiefer fortsetzt, während sämmtliche Fasern der ventralen Portion an der Zwischensehne entspringen. — Durch zwei bei *T. marmorata* an der Zwischensehne befestigte dünne Sehnenzüge (F. 53 *t*, t_1; vgl. den speziellen Teil) wird verhindert, dass der Muskel bei der Kontraktion den Mundwinkel medialwärts drängt.

Wie das erwähnte Übergreifen auf die ventrale intermandibulare Fläche zu erklären ist, konnte ich nicht ermitteln. Es steht zu hoffen, dass künftige Untersuchungen an anderen Torpediniden hierüber wie überhaupt über die Derivate des Add. mandibulae nähere Aufklärung geben werden. Dass es sich nicht um ein ursprüngliches Verhalten, etwa einen primitiven Zusammenhang zwischen Adductor mandibulae und Intermandibularis handelt, wie ein solcher einst bestanden haben muss, wenn die von Vetter aufgestellte Constrictoren-Theorie richtig ist, dürfen wir wohl annehmen. [1]

Der Adductor mand. lat. I ist bei *Astrape* (F. 55—58 *Aml 1*) relativ schwach. Er entspringt (F. 58 *Aml 1°*) an der externen Fläche des Palatoquadratum an einer Knorpelleiste die von einem Höcker, der dem Levator Palatoquadrati als Insertion dient, gegen das Gelenk zieht. Die Insertion geschieht in einer Grube des Mandibulare symphysial vom Gelenk und von dem Add. mand. lat. II *(Aml 1')*.

Kräftiger ist der Muskel bei *Trygon* (F. 50 *Aml 1*). Er entspringt in gleicher Höhe mit dem Add. mand. medialis lateral vom Mundwinkel an der ventralen (externen)

[1] Die Deutung des Muskels als Adductor mandibulae medialis wurde oben mit Vorbehalt gegeben. Eine ganz andere Erklärung wäre denkbar. Es wurde S. 46 erwähnt, dass bei den Rhinobatiden (F. 43, 45) und *Pristis* (47) ein Derivat des Intermandibularis, der M. intermand. posterior, über den Rand des Mandibulare hinwegzieht und sich an der Insertionssehne des M. praeorbitalis befestigt. Andererseits fanden wir bei *Pristis* eine partielle Verwachsung des M. praeorbitalis mit dem M. adductor mandibulae lateralis 1 in der Gegend der Insertion. Es wäre deshalb denkbar, dass mit dem Schwund des M. praeorbitalis die symphysialsten Fasern des M. adductor mand. lateralis die Sehne des M. praeorbitalis übernahmen und dass andererseits der M. intermandibularis posterior (C_1mrp) seinen Ursprung noch weiter dorsalwärts verlegte. In diesem Falle würde der ventral von der Zwischensehne gelegene Teil des Muskels dem M. intermandibularis entstammen, die Zwischensehne selbst sowie der bei *Torpedo marmorata* schräg caudoventralwärts zum Mandibulare ziehende Sehnenstrang aber der Endsehne des M. praeorbitalis entsprechen. — Die Art der Innervierung bei *T. marmorata* gab mir keine sicheren Aufschlüsse hierüber, da sich die verschiedenen Äste des $N.V_3$ nicht mit Bestimmtheit im Einzelnen homologisieren lassen; spricht der sehr weit proximal erfolgende Abgang des Zweiges für den ventralen Teil des Muskels eher gegen die letztere Deutung, so kann der Umstand, dass der dorsale und der ventrale Teil getrennt innerviert werden und dass die Äste für sichere Derivate des M. intermandibularis ebenfalls weit dorsal (lateral vom Palatoquadratum) sich abzweigen können für dieselbe angeführt werden. — Das Verhalten bei *T. ocellata*, wo die Zwischensehne sowohl wie die dieselbe spannenden Sehnen fehlen, wo ich ferner nur einen Nervenast für den gesammten Muskel fand, bestimmen mich den zuletzt angeführten Entwicklungsgang nicht für richtig zu halten.

Seite des Palatoquadratum teils in einer tiefen Grube teils an der Caudalseite eines höckerartigen Muskelvorsprungs. Während die tiefen Fasern zu einer ähnlichen Grube am Unterkiefer ziehen, breiten sich die oberflächlichen Fasern fächerförmig über die ventrale Fläche des Mandibulare bis zu dessen caudalem Rand aus, überall an dem Knorpel Insertion gewinnend. Ein kleines mediales Bündel wird durch die Endsehne des M. praeorbitalis (*Pro*^{i}) abgespalten.

Bei allen bisher besprochenen Formen konnte sich der Add. mand. lat. I mit dem Add. mand. lat. II bei weitem nicht an Stärke messen. Anders ist es bei *Myliobatis*. Lässt sich auch hier vorderhand im Einzelnen nicht genau feststellen ob die ganze in Fig. 59 als Add. mand. lat. I (*Aml*$_1$) bezeichnete Portion wirklich diesem allein entspricht oder ob sie von Seiten des Add. mand. lat. II oder des M. intermandibularis einen Zuwachs erhielt, so spielt der erstere Muskel in diesem Komplex jedenfalls die wichtigste Rolle. Wie bei *Heterodontus*, so hat auch hier die aus hartschaligen Tieren bestehende Nahrung eine ausserordentlich mächtige Kaumuskulatur bedingt, wie sie auch die bekannten Zahnplatten, und die eigentümliche mediale Verwachsung in ganzer Länge der beiden Mandibular-Hälften, und überhaupt den ungewöhnlich kräftigen Kieferapparat hervorrief. Der Add. mand. lat. I lässt eine Gliederung in mehrere verschiedene Bündel erkennen, inbezug auf welche ich auf den speziellen Teil verweise. Hier sei nur hervorgehoben, dass der ganze caudale Rand des Unterkiefers vom Muskel umwachsen ist, sodass die beiderseitigen Adductoren in der Mittellinie zusammenstossen.

Der Adductor mandibulae lateralis II stellt in der Regel den kräftigsten Teil des Add. mand. dar und bildet einen mächtigen, lateral vom Kiefer-Gelenk gelegenen Muskelballen.

Bei *Rhinobatus*, *Rhynchobatus* und *Raja* lassen sich an diesem Ballen wieder 3 verschiedene Portionen unterscheiden, die nur unvollständig von einander getrennt sind (vgl. Tiesing t. VII f. 13, Marion f. 6 *Aml 2 a*, *Aml 2*, *Lls 2*, meine Fig. 44)

Dorsal sondert sich aus der Mitte des Muskels ein Faserbündel, das am lateralen Muskelfortsatz des Mandibulare fleischig inseriert und distalwärts mehr oder weniger allseitig in eine hohlkegelförmige Aponeurose eingehüllt ist, an der die Muskelfasern entspringen. Diese Aponeurose geht an ihrer Spitze in eine platte Sehne über, die sich am Proc. praeorbitalis befestigt (F. 44 *Add*γ^{i}), sonst aber in die subcutane Fascie übergeht. Es kann kein Zweifel darüber herrschen, dass diese von Tiesing (p. 85) als Levator labii superioris II (*lls*$_2$), von Marion (p. 22—23) als „Levator labialis superior, second division“ (*Lls* 2) bezeichnete Portion den Adductor γ vieler Haie (vergl. oben!) repräsentiert. Dass er mit dem M. praeorbitalis nichts zu tun hat, ergiebt auch die Inner-

vierung. Der Muskel erhält verschiedene Ästchen jener Zweige, die den übrigen M. add. mand. lat. II versorgen und die im Inneren dieses letzteren verlaufen.

Der Adductor γ bildet das Centrum den Muskelballens. Rostral von ihm entspringt bei *Rhinobatus* und *Rhynchobatus* an einem starken Proc. muscularis teils fleischig, teils sehnig eine ansehnliche Muskelmasse, die sich ausbreitend lateral und ventral den Add. γ fast im Kreise umzieht. Die Insertion, gegen die die Fasern wieder konvergieren, erfolgt etwas retro-articular an einem Ursprung des Mandibulare. Der Verlauf ist jedoch kein direkter. Vielmehr werden die Fasern teils durch eine ventrale oberflächliche Aponeurose (F. 43 *Apon*) unterbrochen, die sich ventrolateral am Parethmoidalknorpel [1] *(Cpe)* anheftet, teils haben sie ihre Befestigung von der Fascie direkt auf den Knorpel verlegt, was bei der engen Anlagerung des letzteren an den Muskel nicht Wunder nehmen kann; teils schliesslich inserieren bez. entspringen diejenigen Fasern, die dem Add. γ zunächst liegen, an dessen oberflächlicher Aponeurose. So wird das Bild des gesammten Faserverlaufs ein recht kompliziertes. Die Befestigung an der medialen Fläche und dem ventralen Rand des Parethmoidalknorpels, also an einem Derivat des Kraniums, hat Tiesing (p. 85—86 t. VI f. 12 lls_4, lls_5) dazu verleitet in diesen Faserbündeln Abkömmlinge des M. praeorbitalis zu erblicken, und sie demgemäss als M. levator labii superioris IV und V zu bezeichnen.

Raja verhält sich ganz ähnlich, doch ist der Ursprung des Muskels vom Vorsprung des Palatoquadratum auf das innere jener gekreuzten Verstärkungsbänder übergewandert, die medial vom Gelenk sich bei Rochen finden (vgl. Gegenbaur t. XIII f. 1 und Bender 1906 f. 4. p. 353 von *Raja*). Aus diesem hat sich dann, allem Anschein nach, eine breite, schon von Tiesing (p. 89) erwähnte, am dentalen inneren Rand des Mandibulare entspringende Ursprungssehne herausdifferenziert. Ich fand letztere als eine direkte, zusammenhängende symphysiale Fortsetzung des Ligaments. An der Innenseite des Muskels setzt sich die Sehne noch bis über den Rand des Palatoquadratum fort. Die Insertion geschieht am caudalen (abdentalen) Teil der externen Fläche des Mandibulare. Auch hier treten dieselben Komplikationen ein, wie bei den Rhinobatiden. Direkte, die Kiefer umziehende Fasern existieren nicht (Tiesing's t. VI, f. 11 ist in dieser Hinsicht nicht genau), wie Marion (1905 p. 28 f. 6 *Aml. 2, Aml. 2 a)* es bereits richtig erkannt hat. An der Ethmoidalkapsel entspringt ventromedial vom R maxillae superioris [2] des N. V das von Tiesing (t. VI f. 11; t. VII f. 13) als lls_4 bezeichnete Bündel. Es inseriert gleich den übrigen Ursprungsfasern an der

[1] Vgl. S. 56 Anm.!

[2] Tiesing (t. VII f. 13) bezeichnet fälschlich den Nerven als V_3 ebenso Marion (p. 23 „the mandibularis branch of the fifth nerve").

ventralen Fascie. Von dieser letzteren ziehen sehnige Streifen zum ventralen Rand des Knorpels (lls_5 Tiesing t. VI f. 11; t. VII f. 13 wird die Sehne des Add. γ als lls_5 bezeichnet); mit Recht spricht Marion (p. 23) diesen Sehnenzügen die Bedeutung einer besonderen Muskelportion ab.

Am ausgedehntesten ist die Befestigung des Add. mand. lat. II (incl. Add. γ) am Schädelflossenknorpel (Ethmoidalfortsatz) bei *Pristis* ausgebildet, wo sämmtliche Fasern direkt oder durch Vermittlung einer Sehne an ihm entspringen (F. 46, 47 Aml_2). Die Gattung bildet auch in dieser Hinsicht eine Parallelform zu *Pristiophorus*, bei der wir eine ähnliche ausgedehnte Befestigung der Adductorfasern an der jochbogenartigen Spange fanden (Vgl. S. 60). Hinsichtlich der Einzelheiten sei auf den speziellen Teil verwiesen.

Bei *Trygon* (F. 48, 49) setzt sich der Add. mand. lat. II in komplizierter Weise aus einzelnen Bündeln zusammen, die sich um den Add. γ als Centrum gruppieren und die auf denselben Grundtypus wie bei den Rhinobatiden zurückführbar sind. Auch hier befestigt sich ein Bündel am Schädelflossenknorpel.

Sehr klein im Verhältnis zum übrigen Adductor mandibulae ist der lateralis II bei *Myliobatus* (F. 59—61). Beziehungen zum Schädelflossenknorpel existieren hier nicht. Der Add. γ entsendet noch eine schwache Sehne.

Dagegen ist bei *Astrape* (F. 55—58) jede Verbindung mit dem Kranium verloren gegangen. Die Fasern ziehen im symphysialen Teil des Muskels und in der Tiefe direkt vom Ober- zum Unterkiefer (F. 57 Aml_2), nur im articularen (bez. retroarticularen) Teil des Muskels konvergieren die Fasern oberflächlich von 3 Seiten gegen eine kurze Zwischensehne. — Da die einzelnen Portionen des Add. mand. bei *Torpedo* (F. 53) vorläufig nicht mit Sicherheit auf die Verhältnisse bei anderen Rochen (auch nicht auf die von *Astrape*) zurückgeführt werden können, verzichte ich auf eine Besprechung derselben an dieser Stelle und verweise auf den speziellen Teil.

Eine gesonderte Besprechung erfordert jener Muskel, der von Tiesing (1896 p. 85) als Levator labii superioris III bezeichnet wurde. Ich nenne ihn M. ethmoideo-parethmoidalis *(Mepe)*. Er entspringt an der lateralen Fläche des Proc. praeorbitalis bez. an dem rostral angrenzenden Teil der Ethmoidalregion und zieht schräg caudal- und lateralwärts zur Medialseite des Schädelflossenknorpels, auf den er als Adductor wirkt; so bei *Pristis* (F. 46) *Rhinobatus*, *Rhynchobatus* (F. 44) und *Raja*. Bei *Trygon* (F. 48) und *Myliobatis* greift die Insertion auch auf das Propterygium über, ein Zipfelchen bei *Myliobatus* sogar auf die Sehne des Add. γ. Den Torpediniden fehlt der Muskel.

Bei *Raja* ist der Muskel mit dem von Tiesing als lls_4 bezeichneten Bündel des Add. mand. lat. II zum Teil verwachsen und nur durch den Ramus maxillae superioris

von ihm getrennt. Hier erhalten auch beide ihre Nerven von einem gemeinsamen Ast, der am N. ad m. add. mand. lat. II vor dessen Eintritt in den gleichnamigen Muskel entspringt. Ähnlich sind die Beziehungen der Nerven bei *Pristis*: ein zwischen dem N. ad musc. praeorbitalem und anderen Ästen für den M. add. mand. entspringender Nerv verzweigt sich teils an den Adductor des Schädelflossenknorpels (F. 46 *Nepe*), teils an den rostralen Teil des Add. mand. lat. II. Bei *Rhynchobatus* entspringt der Ast für den Adductor des Schädelflossenknorpels (F. 43 *Nepe*) am Hauptast für den Add. mand. lat. II kurz bevor sich dieser Nerv in Zweige auflöst, die in den Muskel eintreten. Bei *Rhinobatus* entspringt der Nerv zwischen jenen für den M. praeorbitalis und für den Add. mand., bei *Trygon* (F. 49 *Nepe*) vor diesen Ästen. Während letztere Befunde ebensowohl für eine Abstammung des Muskels von dem M. praeorbitalis sprechen könnten, gemäss der Annahme Tiesing's (l. c.), wie für eine solche vom Adductor mandibulae lat. II, sprechen die übrigen angeführten Fakta eher für die letztere Annahme. Die relativ grosse Selbständigkeit des Nerven kann nicht gegen eine solche Auffassung ins Feld geführt werden, da auch bei Haien oft oberflächliche Schichten des Adductor mandibulae durch selbständig am N. V_3 entspringende Äste versorgt werden.

Es erübrigt mir noch einige eigentümliche Muskeln zu besprechen, die sich bei den Torpediniden finden.

Der M. ethmoideo-spiracularis von *Astrape*. An der laterocaudalen (ursprünglich medialen) Fläche des Parethmoidalknorpels entspringt (F. 56 *Mesp*^{c}) ein seitlich abgeplatteter Muskel, der dorsomedial vom Add. mand. lat. II und lateral vom Levator palatoquadrati caudalwärts zieht, um an der Haut des Spritzlochkanals dicht über dem Spritzlochknorpel, ferner am oberen (dorsalen) Rand des letzteren und an der Oberfläche des M. constrictor spiraculi zu inserieren *(Mesp*^{i}*)*. Er wird durch seine Kontraktionen das Spritzloch erweitern. Da der Nerv den Adductor mandibulae durchbohrt, bevor er an den Muskel, — etwa in halber Länge desselben, — herantritt, halte ich ihn für ein Derivat des Adductor mandibulae.

Die Entstehung des Muskels könnte man sich so denken, dass vor der Entfaltung des elektrischen Organs eine an der Medialseite des Parethmoidalknorpels entspringende Portion des Adductor mand. lat. II bestand (vergleichbar dem IIs_4 Tiesing's bei *Raja)*, und dass diese sekundär ihre Insertion von der Zwischensehne der in Rede stehenden Adductorportion auf die subcutane Fascie oder zuerst auf die Sehne des Adductor γ verlegte (analog einem Zipfel des M. ethmoideo-parethmoidalis vergl. oben), von wo aus sie längs der Fascie zu ihrer jetzigen Insertion wanderte.

M. parethmoideo-quadratus *(Peq)*. Auch dieser von Tiesing (p. 84) als Levator labii superioris lateralis bezeichnete schlanke Muskel von *Torpedo* (F. 53) ist

aller Wahrscheinlichkeit nach in ähnlicher Weise entstanden. Er entspringt kurzsehnig am Parethmoidalknorpel *(Peq°)*, bei *T. marmorata* dicht dorsal vom Insertionspunkt der Sehne des Depressor rostri *(Dr')* also ventral vom Gelenk [1] *(Art)*, schwillt gleich caudal von diesem zu seiner grössten Breite an und zieht, sehr langsam sich verjüngend, caudalwärts um an der dorsalen Kante des Palatoquadratum kurz vor dem Gelenk fleischig zu inserieren *(Peq'* F. 52, 53). Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich diesen Muskel dem Ethmoideo-spiracularis von *Astrape* homologisiere. Ist die für diesen oben angedeutete Genese richtig, dann bietet auch die Verschiedenheit in der Insertion der Deutung keine Schwierigkeiten. Der Innervation konnte ich keine in bestimmter Weise für oder gegen diese Auffassung sprechende Kriterien entnehmen. (Vgl. den speziellen Teil).

Schwieriger ist die Beurteilung des M. ethmoideo-mandibularis *(Em)* = Levator labii superioris medialis Tiesing (l c.). Es handelt sich um einen ebenfalls schlanken Muskel, der fleischig an der lateralen Fläche der knorpligen Ethmoidalkapsel ventral vom Proc. praeorbitalis und caudal vom Gelenk des Parethmoidalknorpels entspringt (F. 51, 53 *Em°*). Er „verläuft, allmählich schmäler werdend, nach dem Unterkiefer zu, wo er in der Nähe des Mundwinkels in eine lange Sehne übergeht. Diese Sehne tritt zwischen zwei Portionen des M. adductor mandibulae ein und wird von den Fasern der lateralen an ihrem Ansatz bedeckt" (Tiesing). Letzterer erfolgt an der lateralen Seite des Unterkiefers etwas ventral (und symphysial) vom Gelenk (F. 53 *Em'*).

Inbezug auf die Herkunft dieses Muskels sind zwei Möglichkeiten zu erwägen. Entweder entspricht er, wie Tiesing es annimmt, dem M. praeorbitalis oder einem Teil desselben, oder er entstand analog dem M. ethmoideo-quadratus. Zu Gunsten der ersteren Anschauung könnte angeführt werden, dass Ursprung und Insertion insofern mit denen des M. praeorbitalis übereinstimmen, als ersterer an der Ethmoidalregion des Kraniums, letzterer am Mandibulare erfolgt. Im Einzelnen weichen aber beide diese Anheftungsstellen bedeutend von denen des M. praeorbitalis bei den übrigen Rochen ab. Der Ursprung erfolgt bei diesen stets mehr ventral, die Insertion viel weiter symphysial. Die Innervation durch einen Ast des N. V_3. der an derselben Stelle entspringt wie ein solcher für den symphysialsten Abschnitt des Adductor mandibulae *(T. marmorata)* könnte eher im Sinne einer Zusammengehörigkeit mit dem Adductor mandibulae gedeutet werden als zu Gunsten einer Abstammung vom M. praeorbitalis, doch möchte ich auf

[1] Auch bei *T. occllata* entspringt der Muskel am Parethmoidalknorpel ventral vom Gelenk nur etwas weiter caudal von der Insertion des Depressor rostri; nicht „hinter dem Gelenk von der unteren Kante der Ethmoidalregion" (Tiesing).

diesen Umstand, bei der bedeutenden Variabilität in der Abzweigung solcher kleiner Äste keinen grossen Wert legen. Nimmt man an, dass auch dieser Muskel einer ähnlichen Ursprungs-Aberration des M. add. mand. lat. II entstammt, wie ihn der IIs_1 Tiesing's bei *Raja* darstellt, einer Aberration, die an der oberflächlichen Aponeurose des Muskels, vielleicht an der des Add. γ inserierte, so würde ein Weitergreifen der sehnigen Insertion bis auf den Unterkiefer begreiflich. Ich halte diese Art der Entstehung für die wahrscheinlichste.

Indem auch diese am meisten abweichenden Differenzierungen mit einiger Wahrscheinlichkeit auf Gebilde zurückgeführt werden konnten, die wir bei den mehr typischen Formen wie Rhinobatiden und Rajiden finden, ergiebt sich eine recht grosse Übereinstimmung aller der untersuchten Rochenfamilien untereinander. Überall (d. h. in allen Familien)[1] ist ein Zerfall des Adductor mandibulae in die drei Portionen: Add. mand. medialis, lateralis I und lateralis II deutlich, wenn auch bei manchen Formen ein Zusammenhang zwischen den Portionen in grösserer oder geringerer Ausdehnung noch besteht. Es ist nicht anzunehmen, dass dieser auffallend gleichartige Zerfall des Muskels bei sehr verschieden differenzierten Formen nur auf Konvergenz beruht[2]; vielmehr werden wir zu dem Schluss geführt, dass bei den für alle rezenten Rochen gemeinsamen Vorfahren ein solcher Zerfall bereits angebahnt war. Die weite Verbreitung eines Adductor γ und seine relativ grosse Selbständigkeit deuten an, dass auch dieser ein gemeinsam ererbtes Merkmal darstellt. Charakteristisch für die Rochen ist ferner, dass der Add. mand. lat. II die articularen Enden der Kiefer mehr oder weniger überragt

Lässt sich nun unter den untersuchten Haien eine Form auffinden, die Anklänge an eine diese Merkmale besitzende Urform der Rochen zeigt?

Was den Zerfall des Muskels in die erwähnten drei Portionen betrifft, so muss die Frage unbedingt verneinend beantwortet werden. Diejenigen seltenen Fälle, wo sich Adductorportionen (abgesehen vom Add. γ) vom übrigen Muskel abgliedern, sei es, dass sie *(Chlamydoselache, Echinorhinus, Somniosus)* in Beziehung zum mandibularen Lippenknorpel treten, sei es, dass sie sich mit dem M. praeorbitalis verbinden *(Somniosus, Scymnorhinus, Centroscymnus, Centrina)* fallen unter ganz andere Gesichtspunkte.

Den Adductor γ finden wir unter den Haien bei den Notidaniden und den *Cyclospondyli*, damit nahverwandte Gebilde bei *Chiloscyllium* und *Heterodontus*. Unter

[1] Dass z. Zt. eine sichere Unterscheidung der einzelnen Portionen bei *Torpedo* nicht möglich ist, beruht ohne Zweifel auf sekundären Veränderungen.

[2] Das musste der Fall sein, wenn Jaekels (1894 p. 155; 1898 p. 47) Annahme einer diphyletischen Entstehung der rezenten Rochen zu Recht bestände.

diesen aber zeigen die *Cyclospondyli* die grösste Übereinstimmung mit den Rochen. Hier wie dort ein häufiges Überragen des Muskels über den articularen Rand der Kiefer, hier wie dort eine ausgedehnte Befestigung der Fasern an einer Aponeurose, die bei Haien Beziehungen zur Zwischensehne besass. Dazu kommt noch, dass mehrere Rochen, vor allen Dingen *Rhinobatus*, am Palatoquadratum einen Proc. muscularis besitzen, der dem Add. mand. lat. II den wichtigsten Teil der Ursprungsfläche darbietet. Dass dieser Vorsprung bei den Rochen weit articularwärts, bei den meisten *Cyclospondyli* mehr symphysialwärts liegt, hindert eine Homologisierung nicht, denn bei *Centrina* z. B. liegt der Processus fast über dem Kiefergelenk. So führt mich die Betrachtung des Muskels dazu den Anschluss der Rochen an die Haie in der Nähe der *Cyclospondyli*, vor allen Dingen in derjenigen der Squaliden zu suchen.

Kap. IV. M. intermandibularis.

= Constrictor I ventralis ($C_1 v$).

A. Haie.

Vetter gelang es in seiner grundlegenden Arbeit (1874) nicht bei *Heptanchus cinereus Scymnus lichia* und *Acanthias vulgaris* einen vom Trigeminus innervierten ventralen Constrictorteil aufzufinden, ein Verhalten, das er selbst (p. 439) als unerklärlich bezeichnet. 1878 (p. 471) glaubte er dann bei „*Sphyrna malleus, Prionodon glaucus, Scyllium canicula* und *Galeus canis*“ „kurz vor der Kinnsymphyse“ einen Zweig zu beobachten, den der $N.V_3$ nach hinten und innen abgiebt, und der sich im vordersten Abschnitt des ventralen Constrictors verteilt. Tiesing (1896) hat keine Innervierung ventraler Constrictorderivate gefunden, und Ruge (1896 p. 250) tritt auf Grund eigener Untersuchungen sehr energisch für die von Vetter 1874 vertretene Anschauung ein. Erst Allis (1897 p. 583—584) hat bei *Galeus canis* und *Carcharias* sowie (1902 p. 180—181 t. 12 f. 5) bei *Mustelus laevis* die Innervierung eines bedeutenden Teils des ventralen Constrictors durch den $N.V_3$ nachgewiesen. K. Fürbringer fand (1903 p. 386) eine derartige Nervenversorgung des symphysialsten Teils des Cmv von *Echinorhinus*. Drüner schliesslich (1903 p. 558), konstatierte ein gleiches Verhalten bei *Acanthias vulgaris, Spinax niger* und *Scyllium canicula*.

Die wichtigsten Synonyme des C_1mv bei Haien (seit 1874) sind:

Csv_2 (partiell): Vetter 1874, Tiesing 1896.

C_2mv („): Ruge 1896.

M. mylo-hyoideus (*my* f. 175)
M. submentalis (*sb* f 175) } (partiell) Jaquet 1900.

Transverse jugulaire (partiell): Chaine 1900.

M. intermandibularis (partiell): K. Fürbringer 1903.

„ „ anterior
„ „ posterior (partiell) } Drüner 1903.

Csv_1 (partiell): Marion 1905.

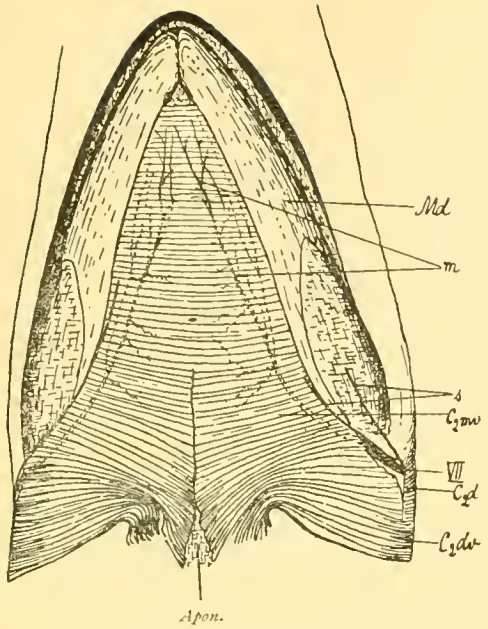
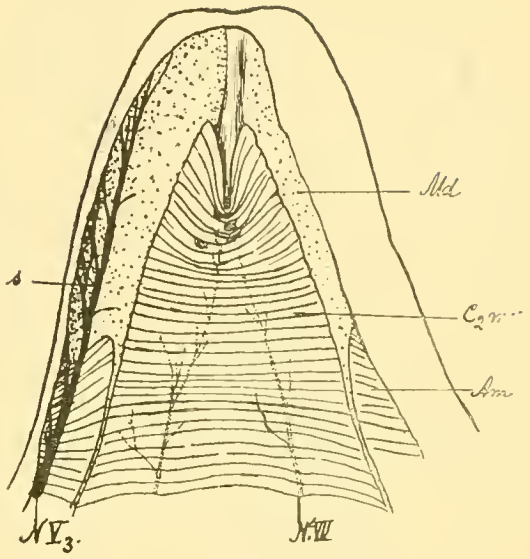


Fig. 9. *Heptanchus cinereus.* Intermandibulare Muskulatur von der Ventralseite. Die Äste für den C_2vh (Ruge) sind nicht eingezeichnet. $^2/_3$ nat. Grösse.



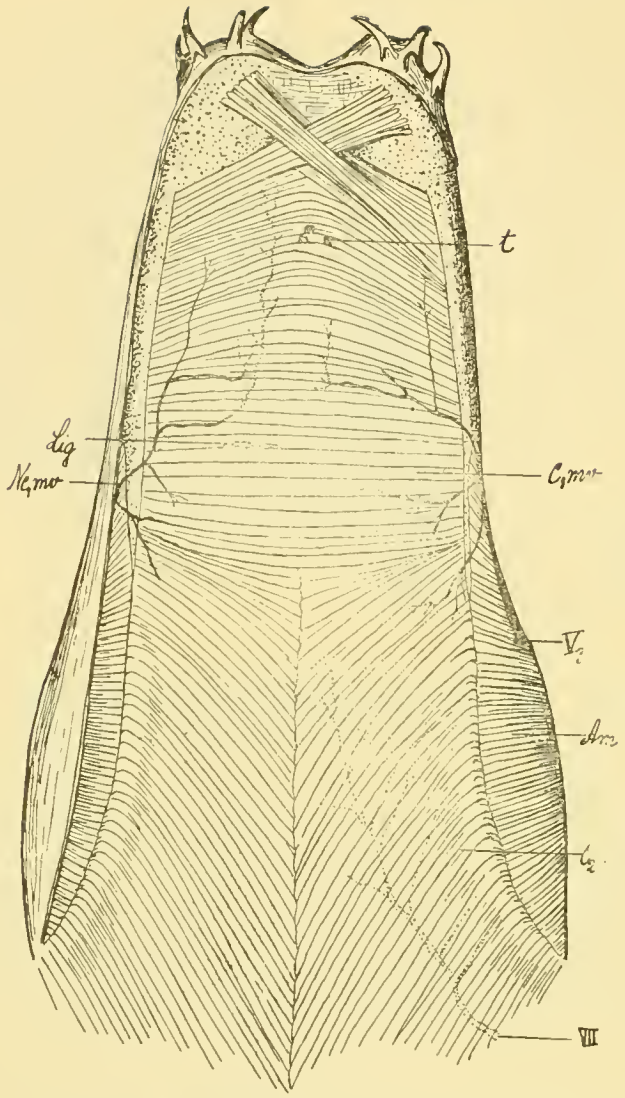
Textf. 10. *Chlamydoselache anguinea.* Intermandibulare Muskulatur von der Ventralseite Tiefe Äste des N.VII nicht eingezeichnet. $^2/_3$ nat. Grösse.

Das Vorkommen eines vom Trigeminus innervierten ventralen Constrictors bei so verschiedenen Formen, wie es die Squaliden einerseits, die Scylliorhiniden und Carchariiden andrerseits sind, musste die Vermutung wach rufen, dass es sich um ein Merkmal handelt, das unter den Haien allgemeine Verbreitung besass. Bei weitaus den meisten untersuchten Plagiostomen, — Haien sowohl wie Rochen, — konnte ich das in der Tat nachweisen. Gerade bei denjenigen Formen aber, wo man nach den herrschenden Anschauungen am ehesten diesen primitiven Befund erwarten musste, bei den *Diplospondyli* (Notidaniden und *Chlamydoselache*) gelang es mir trotz aller Bemühungen nicht Zweige des N.V$_3$ bis in den intermandibularen Muskel zu verfolgen [1]. Dagegen liessen sich bei *Heptanchus, Hexanchus* und *Chlamydoselache* Facialis-Äste bis in den vordersten Teil des zwischen den Unterkieferhälften sich ausspannenden oberflächlichen Muskels verfolgen [2] (vgl. Textf. 9 u. 10).

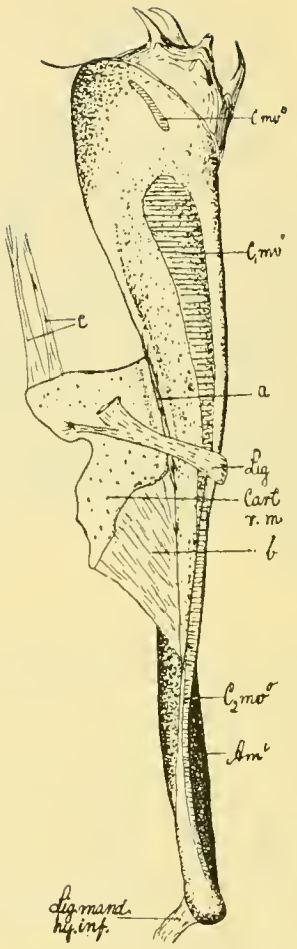
---

[1] In bezug auf *Chlamydoselache* kam mrs Hawkes in einer soeben erschienenen Arbeit (1907 p. 970) zu demselben Resultat.

[2] Auch an Schnitten durch einen 6,7 cm. langen Embryo von *Heptanchus* liessen sich keine Aeste des Trigeminus zum M. intermandibularis verfolgen, wohl aber Facialiszweige, die bis in den vordersten Teil des Muskels reichten.



Textf. 11. *Mitsukurina owstoni.* Intermandibulare Muskulatur von der Ventralseite. $^2/_3$ nat. Grösse.



Textf. 12. *Mitsukurina owstoni.* Linkes Mandibulare mit Radius (?) *(Cart. r. m).* und dessen Ligamenten. *Lig. mand. hy. inf.* Ligamentum mandibulo-hyoideum inferius. $^2/_3$ nat. Grösse.

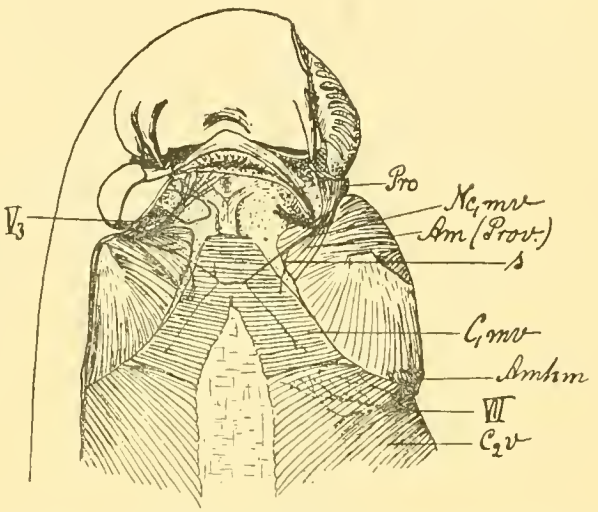
Bei allen anderen mir vorliegenden Gattungen der Haie konnte ich das Vorhandensein eines vom N.V$_3$ versorgten Abschnitts des *Cmv* feststellen [3].

Der Muskel bildet eine dünne Schicht, die sich in der Regel zwischen den abdentalen medialen Rändern der Unterkieferhälften ausspannt. Vereinzelt kommt eine Befestigung an der ventralen Fläche der Kiefer vor *(Mitsukurina* Textf. 11, 12 *C₁mv°).*

[3] Eine Ausnahme macht *Centrina*, doch ist es möglich, dass dieser Misserfolg auf Rechnung des ungewöhnlich festen Bindegewebes, das die Präparation der feinen Nerven-Äste ganz ausserordentlich erschwert, zu schreiben ist.

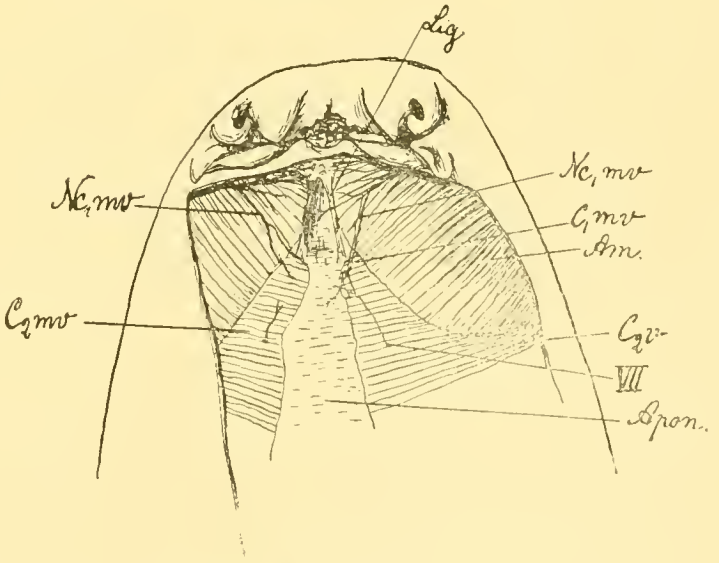
Nur bei *Chiloscyllium* (Textf. 13) fand ich den vom N. V_3 versorgten Muskel am Ursprung getrennt vom C_2mv. In allen anderen Fällen liess sich äusserlich keine Grenze zwischen den Gebieten der beiden Nerven erkennen; auch anastomosieren die Nerven mit einander oder greifen derart übereinander, dass eine genaue Abgrenzung des C_1mv und C_2mv zur Unmöglichkeit wird.

Sehr verschieden ist die rostrocaudale Ausdehnung des C_1mv. Relativ bedeutend ist sie z. B. bei *Chiloscyllium* (Textf. 13), ferner bei *Mitsukurina* (Textf. 11), bei *Echinorhinus* (F. 6) und *Somniosus* (Textf. 7 S. 43), mässig bei *Scylliorhinus* (Textf. 15) auffallend klein bei *Heterodontus* (Textf. 14) und bei *Sphyrna zygaena* (F. 41). In letzteren Fällen trifft die Reduktion des Muskels in erster Linie den caudalen Teil. Was der C_1mv hier an Ausdehnung verliert wird sofort vom C_2mv occupiert, sodass die Kontinuität des ventralen Constrictors gewahrt bleibt.



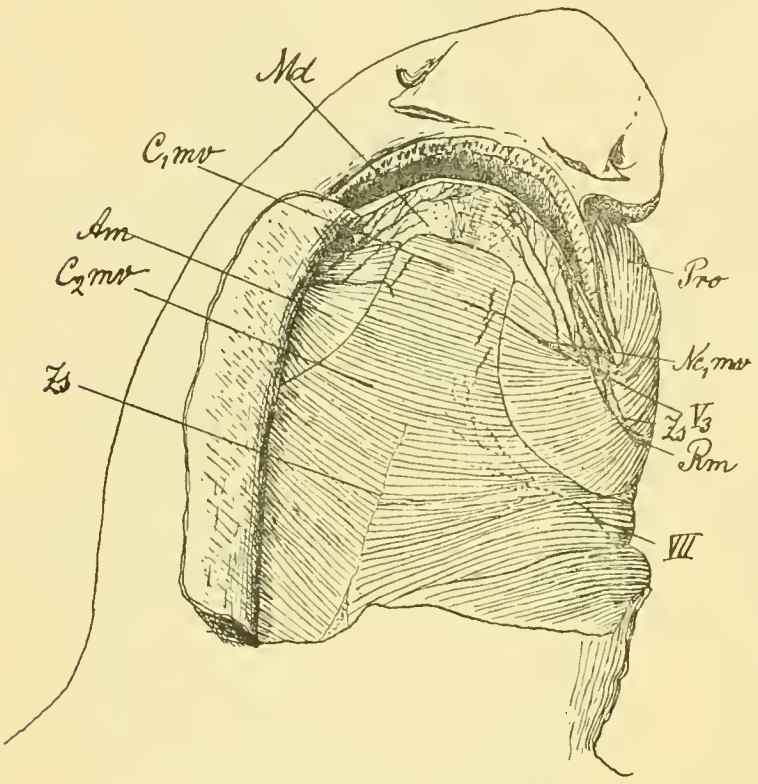
Textf. 13. *Chiloscyllium punctatum.* Ventralansicht *Amhm.* Am Hyomandibulare entspringender Zipfel des Adduct. mandibulae. — Lippenknorpel der linken Seite entfernt $^1/_1$.

Im rostralen (symphysialen) Teil des Muskels ziehen die Fasern in der Regel direkt von einem Kiefer zum anderen, während weiter caudal eine mediale Linea alba auftritt (z. B. *Mitsukurina* Textf. 11), an der die Fasern inserieren. Caudalwärts verbreitert diese sich in der Regel zu einer mehr oder weniger ausgedehnten Aponeurose (vgl. *Somniosus* Textf. 7, S. 43; *Echinorhinus* F. 6). Selten (z. B. *Squatina* Textf. 16) ist die mediale Raphe gleich vorn durch eine breite Aponeurose ersetzt,



Textf. 14. *Heterodontus japonicus.* Intermandibulare Muskulatur $^1/_1$.

oder fehlen rostral ununterbrochene Fasern gänzlich (*Heterodontus* Textf. 14, *Pristiophorus* F. 17). Im letzteren Fall inserieren die Fasern medial an der Fascie des M coracomandibularis. Die Ausdehnung der Linea alba oder der medialen Aponeurose steht nicht in Beziehung zur Grösse des vom N. V_3 versorgten Gebietes. Die von Drüner (1903 p. 557) gemachte Unterscheidung eines der Raphe entbehrenden, vom V_3 allein versorgten Intermandibularis anterior und eines in der Mitte gespaltenen, vom N. V_3 und N. VII gemeinsam beherrschten Intermandibularis posterior besitzt deshalb keine allgemeinere Bedeutung. Bald gehört das ganze vom V_3 versorgte Gebiet dem der Raphe entbehrenden Teil an (z. B. *Lamna* F. 22), bald liegen die verhältnisse so, wie in den von Drüner untersuchten Fällen, — diese stellen allerdings die Mehrzahl dar, — bald sind die Fasern im ganzen Gebiet des N. V_3 unterbrochen (*Heterodontus* Textf. 14), bald schliesslich existiert vorn eine Strecke von bedeutender Ausdehnung[1] (*Heptanchus* Textf. 9, *Hexanchus*, *Chlamydoselache* Textf. 10), die ununterbrochene Fasern besitzt und ausschliesslich Äste des N. VII erhält.

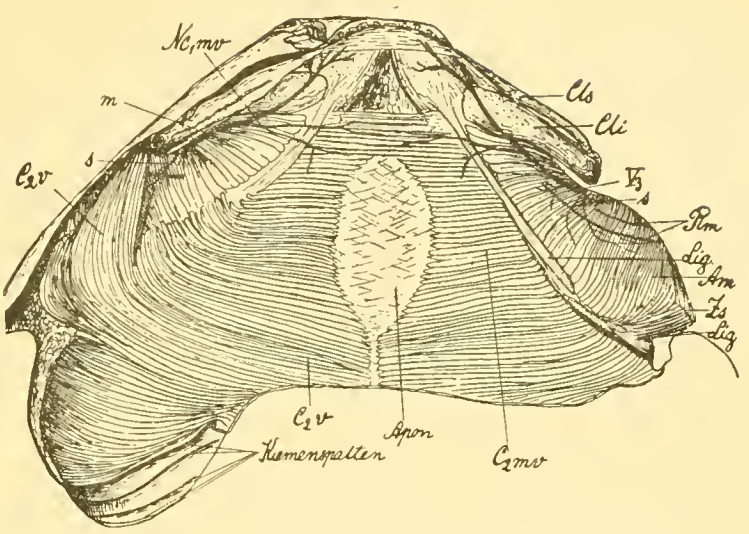


Textf. 15. *Scylliorhinus stellare*. Ventralansicht. $^1/_1$.

Indem der C_2mv an Stelle des C_1mv tritt copiert er den letzteren genau und bildet ein ausgezeichnetes Beispiel einer imitatorischen Homodynamie.

[1] Ruge's (1896) Angaben über die Ausdehnung der Linea alba konnte ich nicht immer bestätigen. Letztere geht an seinen Figuren (*Hexanchus* f. 2 p. 225, *Acanthias* f. 4 p. 227, *Mustelus* p. 229) durch den ganzen Muskel und im Text p. 237 nnd 238 wird ein solches Verhalten für die beiden letzteren Haie ausdrücklich angegeben. Für *Hexanchus* wird p. 237 richtig angegeben; dass „von der Symphyse aus" „die Einheitlichkeit des Intermandibular-muskels in einer Ausdehnung von 4 cm in aborater Richtung" vorliegt. Bei dem von mir untersuchten grossen Ex. umfasste dieser Teil etwa die Hälfte des Abstandes vom rostralen Ende des Muskels zu einer beide articularen Kieferenden verbindenden Linie. — Von *Acanthias* giebt Marion (1903 p. 3 f. 1) eine in dieser Beziehung richtige Abbildung (der Muskel ist vorn zu spitz gezeichnet). — Inbezug auf *Mustelus* sei auf F. 34 verwiesen.

Lamna (F. 22) zeigt im rostralen Teil des Muskels insofern ein eigentümliches Verhalten, als die Fasern rostralwärts von einer queren Richtung mehr und mehr in eine ascendente (mediorostrale) Richtung übergehen und sich in der Mittellinie an einem bindegewebigen Septum befestigen. Letzteres setzt sich in eine oberflächliche Fascie fort, wobei sich aus der letzteren beiderseits sehnige Züge herausdifferenzieren, die den Zug der oberflächlichen Teile des Muskels direkt auf den Kiefer der anderen Seite übertragen (in der Figur 22 sind der Deutlichkeit halber nur wenige dargestellt). Es existiert somit gewissermassen eine Kreuzung der aus Muskel + Sehne bestehenden Fasern.



Textf. 16. *Squatina squatina.* Ventralansicht der Kiefermuskulatur. $^1/_1$.

Mit diesem Verhalten steht es vielleicht in Zusammenhang, dass bei *Mitsukurina* (Textf. 11) sich im rostralsten Teil des Muskels eine Kreuzung und Durchflechtung der Fasern herangebildet hat.

Die Funktion des M. intermandibularis bei den Haien ist, wie auch Ruge (p. 236) hervorhebt, „in erster Linie auf die Verengerung der Mundhöhle, deren Boden gehoben wird, gerichtet". Wenn z. B. durch den Zug der Mm. coracomandibulares bei adduziertem Unterkiefer (kombiniert mit der Wirkung des M. präorbitalis und des Add. γ, wo ein solcher vorhanden ist) eine Spreizung der articularen Kieferenden erfolgt st, so wird der Intermandibularis die Ruhelage wieder herstellen [1] (Vgl. Kap. VII).

B. Rochen.

Die einzige mir bekannte Litteraturangabe über das Vorkommen eines C_1mv bei Rochen rührt von Marion (1905 p. 13—14 f. 3) her. Er unterscheidet bei *Raja erinaceus* richtig einen vorderen intermandibularen Muskel (Csv_1) und einen ebenfalls

[1] Über eine eigentümliche Einrichtung, die vermutlich bei *Mitsukurina* den Boden der Mundhöhle automatisch senkt, vergl. den speziellen Teil!

von dem von ihm als Csv_1 bezeichneten Muskel von *Acanthias* ableitbaren „Depressor mandibuli". Da aber Marion (p. 7) bei *Squalus* ohne die Innervation in Betracht zu ziehen — diese wird überhaupt in der Arbeit nicht berücksichtigt — den zwischen den Unterkieferhälften sich ausspannenden oberflächlichen Muskel als Csv_1 bezeichnet, diese Bezeichnung also nicht dieselbe Bedeutung besitzt wie bei Vetter, verliert seine Angabe das Wesentliche von ihrem Wert. Diese Ableitung musste speziell was den Depressor mandibulae betrifft, um so unsicherer erscheinen als Sagemehl (1895 p. 104, bei *Rhinobatus*, *Trygon* und *Aëtobatis*) und Tiesing (1896 p. 102 bei *Rhinobatus* und *Raja)* ausdrücklich eine Innervation durch den N. facialis angeben, und davon abweichende Fakta nicht erbracht wurden.

M. intermandibularis anterior *($C_1 mva$).*

Einen direkten Anschluss an die für die Haie typischen Verhältnisse bieten uns die *Rhinobatiden.* Es finden sich hier, dem abdentalen Kieferrand dicht angeschmiegt, bei *Rhinobatus* (F. 45 $C_1 mva$) sowohl wie bei *Rhynchobatus* (F. 43 $C_1 mva$) einige wenige rudimentäre Fasern, die ununterbrochen von der einen Seite zur anderen ziehen. Es folgt dann ein Abschnitt mit kürzeren Fasern, die sich bei der ersteren Gattung an einer den M. coracomandibularis ventral deckenden Fascie befestigen, bei *Rhynchobatus* aber direkt an dem lateralen Rand dieses Muskels inserieren. Der Ursprung aller dieser Fasern findet am abdentalen Rand des Mandibulare statt.

Ununterbrochen von einer Seite zur anderen ziehende Fasern fand auch Marion (l. c.) bei *Raja erinaceus* (in einem Falle vermisste er den Muskel). Ich fand bei *R. clavata* nur wenige sehr schwache Fasern, die die Mittellinie nicht erreichten. — Auch bei *Pristis* (F. 47 $C_1 mva$) sind in derselben Lage einige Fasern vorhanden, die am Kiefer entspringen und in die den M. coracomandibularis deckende Fascie ausstrahlen.

M. intermandibularis posterior *($C_1 mvp$).*

M. depressor mandibulae Sagemehl 1885 p. 104.
M. depressor mandibularis Tiesing 1896 p. 102 *dpr. mmd.* f. 11 u. 12.
Depressor mandibuli Marion 1905 l. c.

Da dieser Muskel bei den *Rhinorajæ* in allen von mir untersuchten Fällen teilweise vom N. V_3 versorgt wird, erweist auch er sich partiell als ein Derivat des $C_1 mv$.

Als Ursprung dient dem Muskel die ventrale, die Gruppe der Mm. coracoarcuales deckende Fascie. Von hier zieht der Muskel, eine platte Schicht bildend, lateral- und etwas rostralwärts. Bei *Rhinobatus* (F. 45) ist der Muskel einheitlich, indem die vom N. V_3 innervierte Partie ohne Grenze in die vom N. VII versorgte übergeht. Die

mehr rostralen Fasern, — annähernd dem ersteren Gebiet entsprechend, — inserieren in der S. 46 geschilderten Weise sehnig an der Endsehne des M. praeorbitalis; die mehr caudalen gewinnen am Mandibulare Befestigung. — Eine unvollständige Spaltung ist bei *Rhynchobatus* (F. 43) eingetreten, derart, dass eine vordere Portion, die dem Trigeminus-Gebiet angehört, hauptsächlich an der Sehne des Praeorbitalis sich ansetzt und nur wenige ihrer Fasern direkt an den Knorpel treten, während die hintere Portion, dem Facialis angehörig, nur am Knorpel inseriert.

Pristis (F. 47) stimmt in allen wesentlichen Punkten nahe mit *Rhinobatus* überein, während *Raja* durch die ausschliesslich am Mandibulare (nicht an der Sehne des M. praeorbitalis) erfolgende Insertion in untergeordnetem Maasse abweicht.

Der C_1mv von *Trygon* (F. 50) wird repräsentiert durch einen lateral am caudalen Rand des Mandibulare inserierenden Muskel von relativ nicht unbeträchtlicher Dicke, der medialwärts fächerförmig in die ventrale Fascie des M. coracomandibularis ausstrahlt. Caudalwärts geht er in den C_2mv über. Da die Befestigung am Mandibulare weit lateral erfolgt, wird der Muskel nicht, wie Sagemehl (l. c. p. 104) es annimmt, als Depressor mandibulae wirken, sondern wie bei den Haien einen Antagonisten der Mm. coracoarcuales darstellen.

Bei *Myliobatis* konnte ich kein Homologon dieses Muskels nachweisen.

Recht abweichend sind die Derivate des M. intermandibularis bei den Torpediniden.

Bei *Astrape* (F. 55) sind im Wesentlichen zwei Abkömmlinge desselben erhalten:

1. M. intermandibularis profundus *(C_1mvpr).* Ein kurzer Muskel, der caudal (abdental) vom Adductor mandibulae lateralis I an der externen Fläche des Mandibulare (F. 58 *C_1mvpr^a*) entspringt. Eine oberflächliche Schicht ist etwas stärker schräg caudal- und medialwärts gerichtet (descendent) während eine tiefere Schicht fast gerade medialwärts gerichtet ist. Beide Fasergruppen gehen in eine Aponeurose über, die eine schwach descendente Faserrichtung zeigt und sich an der Oberfläche des M. coracomandibularis befestigt (F. 55 *C_1mvpr^t*)

2. M. intermandibularis superficialis *(C_1hmmr).* Ventral zieht über die Aponeurose des vorigen Muskels ein in Kontinuität mit dem C_2hv an der caudalen Fläche des Hyomandibulare entspringender Muskel, der sich rostralwärts verbreitert und caudal vom mandibularen Lippenknorpel sehnig wird, um sich am Mandibulare zu befestigen (F. 55 *C_1hmmr^t*). Die Sehne zieht oberflächlich über den distalen Teil des N. V_3 hinweg. Der Muskel wirkt als Depressor mandibulae.

Nur der letztere Muskel ist bei den beiden *Torpedo*-Arten (F. 51 *C_1hmmv)* mit Sicherheit wiederzufinden. Er entspringt am caudalen Rand des distalen Teils des Hyomandibulare und zieht ventral- und etwas rostralwärts zu dem am meisten ventrocaudalwärts vorspringenden Teil des Mandibulare, wo er an dem ventralen (abdentalen) Rand inseriert. Gegen die Insertion breitet sich der Muskel etwas aus und lässt bei *T. marmorata* eine unvollständige Spaltung in zwei Portionen erkennen. Er ist überall durchaus fleischig.

Gegenüber dem M. intermandibularis posterior der *Rhinorajae* zeigt dieser Muskel hinsichtlich der Ursprungs- und Insertionsverhältnisse sehr grosse Abweichungen. Es will mir scheinen, dass diese so zu stande kamen, dass die Insertion des Muskels von der relativ symphysialen Lage, wie wir sie z B. bei *Raja* finden, articularwärts verlegt wurde *(Trygon)*, und schliesslich zum Hyomandibulare überwanderte, während gleichzeitig der Ursprung längs der ventralen Fascie sich weiter rostralwärts verschob und das Mandibulare erreichte *(Astrape)*. Dabei fände eine Umkehr von Ursprung und Insertion statt. Eine sekundäre articularwärts gerichtete Verschiebung der neuen Insertion würde dann zu den bei *Torpedo* waltenden Verhältnissen geführt haben. — Ob dabei ein bereits als M. intermand. posterior herausdifferenzierter Teil des C_1mv den Ausgangspunkt lieferte, oder ob dieser Muskel der *Rhinorajae* und der M. interm. superficialis der Torpediniden sich unabhängig aus homologem Material heranbildeten, lässt sich nicht entscheiden wie denn überhaupt die hier gegebene Ableitung durchaus hypothetischen Charakters ist.

Die ausserordentlich weite Verbreitung des C_1mv bei den Haien und Rochen lässt keinen Zweifel darüber aufkommen, dass derselbe ein altes Erbstück der Selachier darstellt, und dass das Fehlen desselben bei den *Diplospondyli* durch den Verlust des Muskels zu stande kam. Welche Ursachen diesen Verlust bedingten, darüber fehlt uns aber zur Zeit jede Aufklärung.

Kap. V. Nerven.

A. N. V und N. V_3.

Der Austritt des N. trigeminus durch das Kranium erfolgt bekanntlich (vgl. Gegenbaur 1871 p. 502, 1872 p. 46, 66—69) in verschiedener Weise. Bald verlässt

er die Schädelhöhle getrennt vom Hauptstamm des N. facialis, bald mit diesem gemeinsam durch ein einziges Loch.[1] Ersteres Verhalten ist jedenfalls als das primitivere zu beurteilen, wie auch schon aus Marshall und Spencers (1881 p. 484) embryologischen Untersuchungen hervorgeht. Es findet sich bei allen *Diplospondyli* und *Cyclospondyli* sowie den *Batoidae*, ferner unter den *Astrospondyli* bei *Heterodontus* und den Lamniden (nach Ausschluss von *Alopias*), während beide Öffnungen bei der zuletzt erwähnten Gattung, bei *Chiloscyllium*, den Scylliorhiniden F. 31 und Carchariiden F. 33, zusammenfliessen. Beim Austritt aus dem Schädel trennt sich der Hauptstamm des N. VII stets sofort von den Ästen des N. V.

Auch sonst ergeben sich hinsichtlich des Austritts Unterschiede insofern als der N. ophthalmicus superficialis bei allen *Diplo-* und *Cyclospondyli* und den Rochen zusammen mit dem übrigen N. V austritt, ebenso bei *Heterodontus*, wo er nur durch eine Brücke von straffem Bindegewebe vom letzteren geschieden ist, während er bei den übrigen *Astrospondyli* durch ein besonderes Loch im Knorpel austritt. Auch der N. ophthalmicus profundus kann bekanntlich selbständig den Knorpel durchbohren (*Mustelus* vgl. Allis 1901 p. 148—149)[2].

Beim Austritt aus dem Loch erfolgt eine Trennung der Hauptäste des Quintus sofern diese gemeinsam mit dem N. V_3 (R. mandibularis) hervorkommen. Nur die Rr. maxillae superioris und mandibularis bleiben bei manchen Formen eine kürzere (z. B. *Scylliorhinus, Pristiurus* F. 31) oder längere (z. B. *Chiloscyllium, Triakis, Mustelus* F. 33, *Trygon* F. 49, *Myliobatis* F. 60) Strecke einander angeschlossen (Truncus maxillo-mandibularis Stannius 1849), eine Verbindung, die jedoch, besonders in den distalen Teilen, nur locker ist. Eine tiefere Bedeutung kommt diesem Verhalten sicherlich nicht zu, sondern es handelt sich um eine Konvergenzerscheinung, die bei weit getrennten Formen unabhängig erworben wurde.

Der Hauptstamm des N. V_3 ist in seinem Anfangsteil nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen. Er verläuft bei den *Diplospondyli* (F. 3, 5, 1) lateralwärts, ebenso bei den Squaliden (F. 8, 12, 14, 16); schwach laterocaudalwärts sogar bei *Pristiophorus* (F. 17 a) und *Squatina* (F. 18), mehr oder weniger stark laterorostral bei den *Scylliorhinidae* (F. 31) und *Carchariidae* (F. 33, 39) noch mehr rostralwärts bei

---

[1] Auf das Verhalten der Wurzeln des N. V kann ich nicht eingehen. Ein Studium dieser Verhältnisse war mir schon aus dem Grunde nicht möglich, weil das Kranium bei der Mehrzahl der untersuchten Formen nicht verletzt werden durfte.

[2] Bei *Mustelus laevis* fand Allis (l. c. p. 150) an Embryonen noch eine vierte Austrittsöffnung des Trigeminus-Komplexes. Es handelt sich um eine gesonderte Portion des N. ophthalm. superf., die rostral von dem Hauptstamm dieses Nerven den Schädel perforiert.

manchen Rochen (F. 48, 49, 50). Diese verschiedene Richtung des Nerven steht offenbar in Beziehung zu Verschiebungen und Gestaltveränderungen des Kieferapparats (vgl. Kap. IX).

Dort, wo der Nerv das Palatoquadratum erreicht, tritt er über den abdentalen Rand desselben, umzieht in caudalwärts gerichtetem Bogen die Mundspalte, und endigt am Unterkiefer, indem er sich hier in eine grössere Anzahl Äste auflöst. Dabei liegt er bei *Chlamydoselache* (F. 1) ganz oberflächlich auf dem M. adductor mandibulae. Bei den Notidaniden (F. 3, 5) senkt er sich am Mundwinkel in eine Furche des Muskels ein, sodass ein Teil desselben ihn bei *Heptanchus* auf ganz kurzer Strecke lateral bedeckt.

Sehr ähnlich verhält sich *Pristiurus sp. 3* (F. 28), wo der Nerv ebenfalls nur zu sehr geringem Teil verdeckt ist, und schon oberhalb der Zwischensehne wieder zum Vorschein kommt. Ein tieferes Einsinken des Nerven lässt sich bei den anderen *Pristiurus*-Arten (F. 31) beobachten, und bei *Scyliorhinus* (F. 27) ist das in noch höherem Grade der Fall, indem hier die Zwischensehne sich lateral vom Nerven wieder geschlossen hat. So verhalten sich auch die Carchariiden (F. 33, 34, 39, 41), während bei den Lamniden dieser Einschliessungsprozess noch weiter schreitet und seinen Höhepunkt bei *Odontaspis* (F. 19) und *Lamna* (F. 21) erreicht, wo erst an der ventralen Peripherie des Muskels Nervenzweige wieder zum Vorschein kommen.

Auch bei *Chiloscyllium* (F. 24) ist der N. V_3 zum Teil vom Muskel bedeckt, und das ist bei *Heterodontus* (F. 26) in noch höherem Grade der Fall. Dass bei dieser letzteren Gattung wenigstens das Bündel Add. γ unter einen anderen Gesichtspunkt fällt als die oben geschilderte Umschliessung bei der Mehrzahl der *Astrospondyli*, geht aus der Darstellung S. 53—54 hervor.

Unter den *Cyclospondyli* habe ich eine Umwachsung des R. mandibularis durch den Muskel nie beobachtet. Er verläuft stets rostral (symphysial) vom Add. mand. über die Endsehne des M. praeorbitalis hinweg. Manchmal (*Pristiophorus* F. 17) liegt er dabei in einer tiefen Furche. Nur bei *Squalus* (F. 12) fand ich, ebenso wie Vetter (1874 p. 447), einen kleinen Zipfel der Sehne des M. praeorbitalis, der lateral vom Nerven zur Oberfläche des Add. mand. zog.

Auch bei den *Batoidae* ist der Verlauf des N. V_3 ein oberflächlicher (F. 56, 59). Er zieht in rostrolateraler Richtung über den Lev. palatoquadrati und über den abdentalen Rand des Palatoquadratum, ferner oberflächlich über den M. adductor mandibulae lateralis, manchmal in einer Spalte zwischen diesem und dem M. praeorbitalis, und tritt dann über den distalen Teil des letzteren Muskels (wo dieser vorhanden ist) medial-

wärts (F. 43, 45, 47) um sich an der Aussenfläche des Mandibulare in sensible Endzweige aufzulösen.

Die motorischen Äste des N. V_3 lassen sich nach den von ihnen innervierten Muskeln gruppieren in:

1. N. ad m. C_1d.
2. Nn. ad m. adductorem mandibulae.
3. Nn. ad m. praeorbitalem
4. Nn. ad m. intermandibularem.

B. N. ad m. C_1d.

Von allen motorischen Ästen ist der N. ad m. C_1d der am besten individualisierte. Er entspringt sehr hoch oben am Stamm des N. V_3, noch innerhalb des Austrittslochs des Trigeminus oder doch unmittelbar nach dem Austritt dieses Nerven. Nur in seltenen Fällen war der Nerv noch eine kurze Strecke dem Ramus mandibularis locker durch Bindegewebe angeschlossen *(Mitsukurina* F. 63, *Alopias)*. Sensible Fasern sind dem Nerv wohl stets angeschlossen.

Der Nerv zieht bei den Haien anfänglich laterocaudalwärts und spaltet sich in vielen Fällen bevor er in den Muskel eintritt in zwei oder mehrere Zweige. In vielen Fällen umfassen diese Zweige das symphysiale Ende des Muskels derart, dass sie sich teils an der Medialseite, teils an der Lateralseite desselben verzweigen. Dabei dominiert bald der medial an den Muskel tretende Ast, bald der laterale. Ersteres ist z. B. bei den Notidaniden der Fall (vgl. *Heptanchus* F. 4). Ein starker Nerv verzweigt sich an der medialen Seite des Muskels, während ein viel schwächerer, sich bald spaltender der dorsalen Oberfläche entlang zieht und von hier aus Äste in das Innere des Muskels sendet (vgl. *Hexanchus*[1] F. 5).

Bei der Mehrzahl der untersuchten Formen ist dagegen die von der Lateralseite her erfolgende Nervenversorgung weitaus die bedeutendere. So bei den Squaliden. Hier fand ich bei denjenigen Formen, die ich in dieser Hinsicht genauer untersuchte *(Centroscyllium, Deania)*, nur 1—2 ganz schwache Ästchen, die sich der Innenseite bis etwas über die Mitte des Muskels hinaus articularwärts verfolgen liessen, während die starken lateralen Äste bis in die Nähe des Randes des Spritzlochs erkennbar waren (F. 8). —

[1] *Heptanchus* verhält sich ähnlich, doch gelang es mir nicht, den Nerv im Zusammenhang herauszupräparieren, weshalb er in den Figuren nicht wiedergegeben wurde.

Ganz ähnlich verhält sich auch *Alopias* (F. 23). Hier liess sich der schwache mediale Ast bis an den Rand des Levator palatoquadrati verfolgen.

Dieses gleichzeitige Vorhandensein lateraler und medialer Äste bietet uns den Schlüssel für das Verständnis derjenigen Formen, wo nur die eine dieser beiden Gruppen von Ästen repräsentiert ist, oder wo die einzelnen Derivate des C_1d in verschiedener Weise innerviert werden.

Nur laterale Äste habe ich notiert bei den *Cyclospondyli* mit Ausnahme der oben erwähnten Squaliden-Gattungen, ferner bei *Chiloscyllium* und *Heterodontus*. Es muss aber betont werden, dass ich zu der Zeit, als ich diese Formen untersuchte, meine Aufmerksamkeit nicht speziell auf etwa vorhandene schwache mediale Äste gerichtet hatte, solche also wahrscheinlich, wenigstens in vielen Fällen, übersehen wurden. Bei *Scyllio-rhinus* suchte ich dagegen vergebens nach solchen Ästen, und kann also die Angaben von Ridewood (1899, p. 238—239) bestätigen, wonach auch die Lidmuskeln hier nur von lateralen Ästen versorgt werden.

Einen schwachen lateralen Ast neben einem starken medialen, also Verhältnisse, die an die der Notidaniden erinnern, fand ich bei *Pristiurus melanostomus*. Ob der erstere Ast sich bis in die Lidmuskeln erstreckte, konnte ich nicht sicher erkennen. Jedenfalls erhalten diese ihre Nerven hauptsächlich von der medialen Seite her. So auch bei den anderen Arten dieser Gattung. Nur von der Medialseite her erfolgt die Innervierung des Muskelkomplexes bei den Carchariiden.

Unter den *Batoidae* fand ich als Regel eine Innervation des Levator palatoquadrati durch einen oder mehrere medial an ihn herantretende Äste, während diejenigen für den M. spiracularis lateral über den ersteren Muskel hinwegzogen um sich oberflächlich am Spritzlochmuskel zu verzweigen und in ihn einzudringen. *Trygon* verhält sich insofern abweichend, als hier neben den lateralen Ästen auch ein medialer den M. spiracularis erreicht. Dadurch wird folgender Befund bei *Torpedo marmorata* verständlich. Das Austrittsloch des N. V liegt zwischen dem Levator palatoquadrati und dem M. spiracularis, und der schon innerhalb desselben getrennte N. ad m. C_1d löst sich in Zweige auf, von denen die für den M. spiracularis (superficialis und profundus) bestimmten oberflächlich auf diesen Muskeln caudal- und lateralwärts ziehen um sich früher oder später in dieselben einzusenken. Die Äste für den Lev. palatoquadrati ziehen schräg rostralwärts zur Medialseite des Muskels. — Es wäre nach den Befunden bei den übrigen Rochen zu erwarten, dass die Nerven für den M. spiracularis einen Bogen rostralwärts um den M. lev. palatoquadrati machen würden. Da das nicht der Fall ist, muss der Nerv für den M. spiracularis dem bei *Trygon* medial an den Muskel heran-

tretenden homologisiert werden. Bei *Myliobatis* durchbohrt der N. spiracularis den Lev. palatoquadrati.

Überblicke ich alle diese Befunde. so komme ist zu folgenden Schlüssen.

Der M. C_1d erhielt ursprünglich in ganzer Ausdehnung sowohl laterale wie mediale Äste derselben Nerven u. z. in gewissen Fällen auch dann noch, wenn ein Zerfall des Muskels bereits angebahnt (Squaliden) oder durchgeführt war *(Trygon)*. Indem nun bald die lateralen, bald die medialen das Übergewicht über die andere Gruppe erlangten oder allein erhalten blieben entstand jene verschiedene Lage des Nerven die Ridewood (1899 p. 238—239) betont hat, über deren Bedeutung er aber im Zweifel blieb. Ich sehe in diesen Differenzen in bezug auf die Lage des Nerven kein Hindernis für die Homologisierung der betreffenden Derivate des M. C_1d. (Vgl. auch oben S. 22—23).

c. Nn. ad m. praeorbitalem *(Npro)*.

Während Vetter (1874 p. 447) für *Scymnus* und *Acanthias* und Jackson und Clarke (1876) für *Echinorhinus* fälschlich eine Innervation des M. praeorbitalis durch den Ramus maxillae superioris angeben, konnten Sagemehl (1885 p. 101) bei *Odontaspis, Chiloscyllium* und anderen Haien, Tiesing (1896 p. 86) bei *Mustelus*. K. Fürbringer (1903 p. 379) bei *Chlamydoselachus, Hexanchus*, ferner bei *Echinorhinus, Acanthias, Scymnus* und anderen Squaliden die ältere auf *Spinax niger* bezügliche Angabe von Stannius (1849 p. 46) bestätigen, wonach die Innervation dieses Muskels durch den R. mandibularis erfolgt. Abweichend ist die Angabe von Allis (1897 p. 573), wonach bei *Galeus* zwei für den M. praeorbitalis bestimmte Äste innerhalb des Kraniums zusammen mit dem N. ad m. C_1d am Truncus trigemini oder am Ganglion entspringen und dem N. V_3 nur locker angeschlossen sein sollten. Bei erneuter Untersuchung dieses Verhaltens bei *Mustelus* findet jedoch derselbe Verfasser (1901 p. 176—177), dass es sich hier um einen Ast des N. V_3 handelt. In dieser Beziehung herrscht also nunmehr Übereinstimmung unter den Forschern.

Dass der M. praeorbitalis stets vom Ramus mandibularis innerviert wird, kann auch ich vollends bestätigen.

Im Einzelnen sind jedoch die Innervations-Verhältnisse in hohem Grade variabel [1], sowohl was die Anzahl der Nerven betrifft wie auch hinsichtlich der Abzweigungsstelle. Unter den in dieser Beziehung genauer untersuchten Formen fand ich eine Innervation durch: einen Nervenast bei: *Hexanchus* (F. 5), *Scymnorhinus* (F. 11), *Centrina* (F. 16), *Etmopterus spinax* (F. 14), *Centroscyllium* (F. 8), *Chiloscyllium, Pristiu-*

[1] Zweifelsohne werden auch individuelle Variationen hierbei eine Rolle spielen.

rus melanostomus (F. 31); einen bis zwei (individuell variabel) bei *Mustelus* (F 34), zwei bei *Echinorhinus*, *Heterodontus*, *Alopias* (F. 23), *Rynchobatus*, *Trygon* (F. 49); drei bei *Chlamydoselache* (F. 1), *Pristiophorus* (F. 17 a), *Mitsukurina* (F. 20), *Sphyrna zygaena;* vier bei *Scylliorhinus stellare.*

Vermittelnd zwischen Formen mit einem und denjenigen mit mehreren Ästen stehen jene Formen da, bei denen sich der eine Nerv sehr früh in mehrere Äste spaltet z. B. *Somniosus* (F. 15).

Gleich nach dem Austritt des V_3 aus dem Foramen trigemini zweigt der Nerv bei *Scymnorhinus* (F. 11) ab, etwas weiter distal bei *Mitsukurina.* Kurz vor den Nn. add. mandibulae bei *Centroscyllium* (F. 8), *Etmopterus spinax*, *Chiloscyllium*, *Pristiurus* (F. 28, 31), *Scylliorhinus* (F. 27), *Mustelus* (F. 33), *Carcharias* (F. 39) und *Sphyrna zygaena*, in derselben Höhe wie Äeste für den Add. mandibulae bei *Chlamydoselache* (F. 1), *Hexanchus* (F. 5), *Somniosus* (F. 15), *Centrina* (F. 16), *Pristiophorus* (F. 17 a), *Heterodontus* (F. 26), *Lamna* (F. 21), *Trygon* (F. 49).

Besondere Erwähnung verdient der Umstand, dass bei *Chlamydoselache* (F. 1) die beiden mehr distal entspringenden Äste nicht nur den M. praeorbitalis versorgen, sondern auch Verzweigungen in den Adductor mandibulae senden. Einen ganz entsprechenden Befund machte ich bei *Lamna* (F. 21).

Auf Grund dieser grossen Variabilität und geringen Selbständigkeit der Nn. ad musc. praeorbitalem lässt sich eine genauere zusammenfassende Charakteristik derselben nicht geben. Nicht einmal der Umstand, dass es sich um rostrale (symphysiale) Äste handelt, bedingt eine Unterscheidung von den übrigen Verzweigungen des N. V_3, denn auch an den Add. mandibulae können Äste in dieser Richtung abgehen. Man kann nur sagen, dass die in Rede stehenden Nerven distal vom N. ad m. C_1d und dorsal von der Mundspalte an der rostralen Seite des N. V_3 entspringen.

Für eine Zugehörigkeit dieser Nerven zu einem (oder mehreren) praemandibularen Segment sprechen keinerlei den Nerven selbst entnommene Gründe. (Vgl. S. 93).

D. Nn. ad m. adductorem mandibulae.

Schon Stannius (1849 p. 47) beschreibt von *Spinax niger* einen hinteren Ast des N. V_3 für den „starken Kaumuskel". Ebenso giebt Vetter (1874 p 446) an, dass bei den von ihm untersuchten Haien *(Heptanchus, Acanthias, Scymnus)* der Ramus mandibularis an den Muskel einen starken Ast abgiebt, der in zwei Zweige gespalten von vorn in den Muskel eindringt. Hiermit stimmen auch die Angaben von Jackson und Clarke (1876 p. 84) für *Echinorhinus* und Allis (1901 p. 179) für *Mustelus laevis* überein. Gegenüber den Aussagen dieser Verfas-

ser, die alle nur einen Ast erwähnen, stehen die Feststellungen von Gegenbaur (1871 p. 512) für *Hexanchus* und von Tiesing (1896 p. 90) für *Mustelus laevis, Torpedo ocellata, Rhinobatus annulatus* und *Raja clavata*, wonach bei diesen Formen Nervenäste vorhanden sind; doch werden dieselben nicht näher beschrieben. Auch K. Fürbringer (1903 t. XVI, f. 1) zeichnet bei *Chlamydoselachus* mehrere in den Muskel eindringende Äste.

Auch ich fand bei allen daraufhin näher untersuchten Formen mehrere den Adductor mandibulae versorgende Äste.

Sehr deutlich ist diese Polyneurie des Muskels bei den *Diplospondyli* (F. 1, 3, 5). Man kann bei diesen Formen nicht von einem Hauptnerven für den Muskel sprechen, wohl aber von einer dominierenden Gruppe von zwei bis vier Ästen, die in dem rostrodorsalen Teil des Muskels caudalwärts eindringt. Im Einzelnen sind die individuellen und antimeren Variationen sehr bedeutend, auch anastomosieren die Äste im Inneren des Muskels in variabler Weise mit einander. Diese Äste versorgen verschieden tiefe Partieen des Muskels und lassen sich zum Teil bis in die Nähe des Unterkiefers verfolgen, wobei sie bald die Zwischensehne durchbohren, bald (zum Teil bei *Chlamydoselache)* medial von derselben verlaufen. Ausserdem werden noch mehrere schwächere Äste abgegeben, so 1—3 rostrale oberhalb der Mundspalte (bei *Heptanchus* und *Chlamydoselache)* ferner einige ventrocaudalwärts oder medialwärts gerichtete, ventral von der Zwischensehne gelegene. Im Ganzen zählte ich bei *Chlamydoselache* 10, bei *Heptanchus* in drei Fällen 9—12 Nerven.

Ein kleiner medial vom mandibularen Lippenknorpel rostralwärts ziehender Nerv (F. 1 *Nmcli*) versorgt bei *Chlamydoselache* den Muskel *(Mcli)* dieses Knorpels (vgl. auch K. Fürbringer 1903 p. 380).

Bei allen anderen Haien entspricht der oben erwähnten dominierenden Gruppe von Nerven ein einziger Hauptast, während die übrigen Äste, deren Zahl, besonders bei den Lamniden, relativ gross ist, an Stärke sehr zurücktreten. Der Hauptast kann fast ebenso stark sein wie der distal von seiner Abgangsstelle befindliche Teil des N. V_3.

Die dargestellten Verhältnisse möchte ich so auffassen, dass der Muskel ursprünglich mehrere gleichwertige Äste erhielt, von denen die mehr proximalen allmälig an Stärke zunahmen, während die mehr distalen schwächer wurden. Sekundär fand dann ein Zusammenschluss der proximalen Gruppe zu einem stärkeren Hauptnerven statt.

Weit komplizierter als die Haie verhalten sich die Rochen, wie es bei dem Zerfall des Add. mandibulae dieser Tiere in mehrere getrennte Muskeln nicht anders zu erwarten war.

Am weitesten proximal entspringt der Nerv (bei *Trygon* F. 49 zwei Nerven) für den M. adductor mandibulae lateralis II und seine Derivate (Add. γ. M. ethmoideo-

parethmoideus, M. parethmoideo-spiracularis; von *Torpedo* sehe ich hier ab). Schon bevor der Nerv den Muskel erreicht, teilt er sich in Äste, die getrennt in den letzteren eintreten. Einzelne Äste für die Derivate des Muskels können dabei eine grössere Selbständigkeit erlangen, besonders der Nerv für den M. ethmoideo-parethmoideus, der auch selbständig am N. V_3 entspringen kann (*Rynchobatus, Pristis* vgl. S. 71).

Der Add. mand. lat. I erhält (vgl. z. B. F. 43) einen oder zwei Äste (bei *Myliobatis* mehrere, vgl. den speziellen Teil), die an der Stelle entspringen, wo der Nerv über diesen Muskel hinwegläuft. — Distal von der Abzweigungsstelle des N. intermandibularis entspringt bei den *Rhinorajae* und *Trygon* noch ein kleiner Nerv [1] für den M. adductor mandibulae medialis (vgl. F. 45 *Namm*, F. 50). — Bei *Astrape* (F. 55 *Namm*) entspringt der Ast für den in Rede stehenden Muskel proximal von demjenigen für den Add. mand. lat. I [2] *(Naml')*.

E. N. ad m. intermandibularem *(Nc_1mv)*.

Der Litteratur über diesen Nerv wurde bereits S. 74 gedacht. — Auch die Verbreitung seines Vorkommens und die Ausbreitung seines Innervationsbezirks wurde daselbst erörtert.

Der N. ad m. intermandibularem entspringt in der Regel ventral vom Mundwinkel [3] an der articularen Seite des N. V_3 und zieht über den ventralen symphysialen Teil des Adductor mandibulae oder dessen Rand folgend ventral- und medialwärts. Bei *Echinorhinus* (F. 6), *Somniosus* (Textf. 7) und *Trygon* (F. 50) fand ich zwei gesondert am V_3 entspringende Nn. ad. m. intermandibularem, ein Verhalten, das leicht erklärlich ist, da der Nerv sich vor dem Eintritt in den Muskel stets verzweigt und die erste Spaltung bald nach der Abzweigung vom Ramus mandibularis stattfinden kann (*Squalus* F. 12 Nc_1mv, *Rhynchobatus* F. 43, *Astrape* F. 56).

Die relative Dicke der in den Muskel eintretenden Zweige ist sehr verschieden, bald relativ gross (z. B. *Lamna* F. 22) bald zum Teil ausserordentlich dünn (z. B. *Somniosus* Textf. 7). Dieser letztere Umstand lässt es vielleicht nicht ganz ausge-

[1] Tiesing zeichnet für *Rhinobatus* (t. VI f. 12) und *Raja* (f. 11) zwei derartige Äste. Ich fand einen einzigen Nerven, der sich aber z. B. bei *Rhinobatus* sehr bald in zwei Äste spaltete, die getrennt in den Muskel eintraten. Wahrscheinlich kommen hier individuelle Variationen vor.

[2] Wie der dorsale Teil des Add. mand. med. bei *Trygon* innerviert wird, ist mir entgangen, ebenso die Innervierung des Muskels bei *Myliobatis*.

[3] Nur bei *Torpedo* (F. 51 u. 53) erfolgt die Abzweigung höher oben, was mit der starken caudalen Verschiebung des Muskels zusammenhängt.

schlossen erscheinen, dass auch bei *Chlamydoselache* oder den Notidaniden noch einzelne sehr zarte Trigeminusäste in den Muskel eintreten könnten, die trotz aller Sorgfalt der Aufmerksamkeit bisher entgangen wären.

Bei *Odontaspis* (F. 19) und *Lamna* (F. 22) ist der Nerv anfänglich vom Adductor mandibulae umschlossen, was mit der allgemeinen Einsenkung des N V_3 bei diesen Formen zusammenhängt.

Allis (1901 p. 180) und Drüner (1903 p. 557) haben bereits hervorgehoben, dass der M. intermandibularis bei den von ihnen untersuchten Formen mit Ästen des N. VII anastomosiert. Ich konnte das bei manchen Formen (z. B. *Echinorhinus* und *Heterodontus japonicus* Textf. 14) bestätigen, habe diesen Punkt aber bei den meisten Arten nicht näher untersucht.

Eine Anastomose zwischen dem rechten und dem linken N. intermandibularis finde ich bei *Chiloscyllium* (Textf. 13). Auch bei *Echinorhinus* (F. 6) erstreckte sich ein Ast von der linken Seite über die Mittellinie hinweg nach rechts, doch liess sich ein etwaiger Zusammenhang mit dem antimeren Nerven nicht feststellen, da das Exemplar hier bereits zerschnitten war [1].

Kap. VI Homodynamie der Muskulatur des Kieferbogens mit derjenigen der übrigen Visceralbogen.

Bekanntlich unterschied Vetter (1874 p. 406) an der Muskulatur der Visceralbogen vier „Gruppen oder Systeme", von denen er zwei in der Trigeminus-Muskulatur repräsentiert fand, und zwar sollten nach ihm der Levator palatoquadrati + M. spiracularis, ferner (S. 446—448) der M. praeorbitalis und der Add. γ dem Constrictor superficialis I entsprechen, wozu durch die Entdeckung der Trigeminus-Innervation eines Teils des M. intermandibularis natürlich noch dieser als ventraler Abschnitt käme. Den Adductores arcuum visceralium vergleicht er (p. 445) den M. adductor mandibulae, wobei er sich einer schon früher von Gegenbaur (1872 p. 210) ausgesprochenen Auffassung anschliesst.

Es war natürlich, dass Dohrn (1885 p. 31), nach dessen Auffassung Ober- und Unterkiefer der Selachier zwei verschiedene Visceralbogen repräsentieren sollten, sich den Deutungen Vetters nicht anschliessen konnte. Er findet sogar in dem Vorhandensein

[1] Eine ähnliche Anastomose ist seit A. Schneider (1879 p. 150, t XIII, f. 1) von Knochenfischen bekannt.

einer Zwischensehne im Add. mandibulae eine Stütze für seine Ansicht. Diese irrtümliche Erklärung der in Rede stehenden Sehne hat bereits K. Fürbringer (1903 p. 382—384) zurückgewiesen, und ich konnte seine Argumente nur bestätigen und erweitern (S. 60—61).

Die auch von W. K. Parker und anderen, besonders englischen Autoren vertretene Ansicht von einer derartigen Dimerie des Kieferapparats kann wohl heute als allgemein verlassen gelten. Auch die Annahme Jaekels (1899:a und b), dass die Pars palatina des Palatoquadratum mit dem Processus palatobasalis zu einem prämandibularen Bogen gehören sollte, halte ich nicht für richtig. Auf diese letztere Hypothese soll bei Besprechung der Postorbitalverbindung ausführlicher eingegangen werden.

Die von Gegenbaur (1871, 1872) begründete Auffassung von Palatoquadratum und Mandibulare als einem Visceralbogen angehörig halte ich nicht für erschüttert.

Ich wende mich deshalb der Frage zu: Enthält das vom N. V_3 versorgte Gebiet Elemente, die ursprünglich zu einem oder mehreren prämandibularen Visceralbogen gehörten?

Diese Frage wurde von Vetter (1874 p. 447—448) auf Grund des S. 87 erwähnten Irrtums hinsichtlich der Innervation aufgeworfen. Es erschien ihm möglich, dass der M. praeorbitalis ursprünglich zu dem Metamer des „hinteren Lippenknorpelbogens" gehört habe, und sekundär dem Kieferbogen angeschlossen wurde. Mit der richtigen Erkenntnis der Innervationsverhältnisse schwand das Hauptargument für die Annahme Vetter's und Sagemehl (1885 p. 101) deutet demgemäss den Muskel als „aller Wahrscheinlichkeit nach" „nichts anderes als ein abgelöstes Bündel des Adductor mandibulae". Nach Tiesing (1896 p. 86) — dem Sagemehl's Angaben entgangen sind, — reiht sich der Muskel „dem System der Levatores resp. dorsalen Constrictores im Trigeminusgebiet an"; doch deutet er (p. 87) die Möglichkeit an, dass der Muskel „das imitatorische Homodynam eines älteren von einem mehr vorderen Nerven versorgten Lippenknorpelmuskels darstelle".

Hiermit war aber das Problem noch nicht erledigt. Allis (1897 p. 574) lässt auf Grund seiner Innervationsbefunde bei *Galeus* (vgl. S. 87) die Frage offen, ob Levator palatoquadrati, M. spiracularis und M. praeorbitalis den dorsalen mandibularen Constrictor allein repräsentieren oder dazu noch Teile der entsprechenden Portionen eines oder mehrerer prämandibularer Metameren. 1901 (p. 177) sucht Allis diesen letzteren Gedanken inbezug auf den M. praeorbitalis näher zu begründen, wobei er sich auf seine Beobachtungen an Embryonen von *Mustelus laevis* stützt. Er findet zwar nicht dieselben Verhältnisse wieder wie bei *Galeus*: der Nerv für den M. praeorbitalis erscheint durchaus als Ast des N. V_3. Dagegen stellt er fest, dass die Insertionssehne des Muskels Zipfel

an den hinteren oberen und an den unteren Lippenknorpel sendet. Auch deutet er einen sensiblen Ast des N. V_3 als einen zum Labialbogen gehörenden Ramus praetrematicus, wobei der Ramus mandibularis selbst als R. posttrematicus gilt. Der Nerv für den M. praeorbitalis wird als motorischer „R. branchialis anterior" dem soeben erwähnten sensiblen, der die Rolle eines „R. branchialis posterior" spielen würde, gegenüber gestellt. — An der Wahrscheinlichkeit, dass auch der C_1d teilweise einem präoralen Segment angehören sollte, dürfte wohl Allis selbst kaum noch festhalten.

K. Fürbringer (1903 p 379 - 380), der bei den *Diplospondyli,* Squaliden und bei *Heterodontus* vergebens nach einer Insertion des Muskels an den Lippenknorpeln suchte, schliesst sich der Deutung Tiesing's an.

Nach dieser Übersicht der wichtigsten einschlägigen Litteratur gehe ich an die Prüfung der einzelnen Argumente, die zu Gunsten der Annahme vorgebracht wurden, dass auch prämandibulare Metameren einen Anteil an der Entstehung des M. praeorbitalis haben sollten.

1. Die Innervation (vgl. S. 87—88) erfolgt durch Äste des N V_3 und kein dem Verhalten dieses Nerven selbst entnommener Umstand spricht dafür, dass die betreffenden motorischen Fasern dem Ramus mandibularis nur sekundär angegliedert wären; eher deutet der Umstand, dass (l. c.) bei *Chlamydoselache* und *Lamna* die den M. praeorbitalis versorgenden Äste zum Teil auch für den Adductor mandibulae bestimmte Fasern enthalten, auf eine ursprüngliche Zusammengehörigkeit dieser Muskeln.

Die Arbeit von Allis (1901) wurde mir leider erst während der Abfassung des Manuskripts bekannt. Ich habe daher bei der Präparation der verschiedenen Arten nicht speziell auf den von ihm als R. praetrematicus des Trigeminus bezeichneten Ast geachtet, obgleich ich wiederholt ähnliche Äste sah. Sie können sowohl medial wie lateral (vgl. z. B. die Abbildung von *Chlamydoselache* F. 1) von den oberen Lippenknorpeln liegen. Bei zwei Exx. von *Mustelus* suchte ich allerdings vergebens nach dem betreffenden Ast. Aus der sonst sehr genauen Beschreibung von Allis geht nicht bestimmt hervor wie sich der betreffende Ast bei *Mustelus* in oben erwähnter Beziehung zu den Lippenknorpeln verhält, auch giebt der Autor keine Abbildung von dem Nerven. Vorderhand ist die Hypothese von Allis ganz ungenügend begründet; wurde doch nicht einmal der Versuch gemacht den betreffenden Ast in weiterer Verbreitung nachzuweisen. Vor allen Dingen aber fehlt, — da eine Kiemenspalte nicht vorhanden ist, — jeder Anhaltspunkt für die Beurteilung der Frage, ob der Ast wirklich den dorsal von den Spalten verlaufenden Ästen vergleichbar ist. Das Fehlen einer Spalte erlaubt den oberflächlichen Nerven weitgehende Verschiebungen und ich sehe keinen Grund diesen dorsal vom Mundwinkel verlaufenden Ast (es können auch zwei oder drei in solcher Lage vorhanden sein) anders

zu beurteilen als die ventral vom Mundwinkel in grösserer Anzahl abzweigenden Äste (vgl. F. 1)[1]. Auf keinen Fall aber wird man berechtigt sein das auf so unsicheren Gründen vermutete Vorhandensein eines R. praetrematicus zu einem Schluss auf die Zugehörigkeit des Nerven für den M. praeorbitalis zu einem prämandibularen Bogen zu verwerten.

2. Eine partielle Insertion des Muskels an Lippenknorpeln konnte nur in ganz wenigen Fällen nachgewiesen werden (*Heterodontus* vgl. S. 38, *Pristiurus melanostomus*, *Mitsukurina*, ferner *Mustelus laevis* nach Allis). Bei der übergrossen Mehrzahl der Plagiostomen fehlt eine solche, weshalb es wahrscheinlicher ist, dass die Insertion an den Labialknorpeln sekundär erworben wurde. Die oft sehr innige Verwachsung des Muskels mit dem Adductor mandibulae (z. B. *Chlamydoselache*, *Heterodontus*, Scylliorhiniden, Carchariiden) spricht auch eher für eine Zusammengehörigkeit beider Muskeln.

3. Ontogenetisch entsteht der Muskel nach den übereinstimmenden Angaben von Dohrn (1887 p. 329) und Hoffmann (1896 p. 266—267) aus dem zweiten (mandibularen) Mesodermsegment.

4. Die Korrelation, die Vetter (l. c.) zwischen der Ausbildung der Lippenknorpel und dem Muskel zu finden glaubte, gilt nicht allgemein, wenn man eine grössere Anzahl von Formen zum Vergleich heranzieht (vgl. auch K. Fürbringer 1903 p. 380 Anm.). *Squatina* z. B. besitzt wohl die relativ mächtigsten Lippenknorpel unter allen Haien und entbehrt des Muskels, während andererseits bei vielen Scylliorhiniden und Carchariiden letzterer gut entwickelt ist, die Labialknorpel aber klein sind oder fehlen. Die rudimentäre Ausbildung des M. praeorbitalis bei *Heptanchus* ist auf ganz andere Umstände zurückzuführen (vgl. S. 41, 48, 102).

5. Der von Vetter zu Gunsten seiner Auffassung angeführte Umstand, dass der Muskel weit vor seiner Insertion sehnig wird, besitzt auch keine allgemeine Geltung (vgl. z. B. *Heterodontus* S. 38).

5. Noch weniger beweist der bei *Squalus* lateral vom N. V_3 vorkommende Zipfel der Insertionssehne (vgl. Vetter l. c.) irgend etwas. Er ist gewissermassen vergleichbar dem S. 84 beschriebenen Zusammenschluss der Zwischensehne des Add. mandibulae lateral vom R. mandibularis bei Scylliorhiniden und Carchariiden.

Jeder einzelne der soeben besprochenen Punkte spricht eher für die Zusammengehörigkeit des Muskels mit dem Adductor mandibulae als dagegen oder er sagt überhaupt nichts aus. und wir haben keinen stichhaltigen Grund für die Annahme,

[1] Das Fehlen eines R. praetrematicus am Trigeminus wurde auch von van Wijhe (1882 p. 39) auf Grund seiner Untersuchungen an Embryonen, von Bender (1906 p. 348–349) auf Grund der Befunde an erwachsenen Tieren angegeben.

dass Derivate prämandibularer Metameren ihm angeschlossen wären. Ebensowenig sehe ich einen Grund für die Annahme einer imitatorischen Homodynamie.

Die Veranlassung zu den immer wiederkehrenden Hypothesen von der prämandibularen Genese des Muskels lag unter anderem in seiner relativ grossen Selbständigkeit. Es fragt sich nun wie diese zu Stande kam

S 44, 48 habe ich versucht den grossen Einfluss nachzuweisen, den die Grösse des Auges im Verein mit der Weite der Mundspalte und der Kieferstellung auf die Gestaltveränderungen des Muskels ausübt. In der starken Entfaltung des Auges möchte ich auch die Ursache sehen, die zuerst eine Trennung des M. präorbitalis von den übrigen Derivaten des Constrictors des Mandibularbogens herbeiführte [1] (vgl. S. 49).

Drüner hat (1903 p. 559) die Frage aufgeworfen, ob der Constrictor palpebrarum der Squaliden „einem vor dem V_3 gelegenen Kiemensegment zuzurechnen" ist oder ob „hier vielleicht eine imitatorische Homodynamie besteht". Er gründet eine solche Auffassung auf das Verhalten der Zwischensehne des Adductor bei *Etmopterus spinax*, wo dieselbe sich weit dorsalwärts erstreckt und so den Add. γ vom übrigen Teil des Adductor mandibulae abtrennt (F. 14). Dass es sich hier um einen ganz sekundären Erwerb handelt, suchte ich bereits oben (S. 60 Anm.[1], S. 62) darzulegen. Die Zugehörigkeit des Constrictor palpebrarum (Add. γ) zum Add. mandibulae beweist auch die Innervation desselben durch Äste der Nn. ad m. adduct. mandibulae. Die erwähnte, offenbar durch Allis (1897) beeinflusste Frage muss deshalb unbedingt in verneinendem Sinne beantwortet werden.

Keinerlei Gründe scheinen mir also für eine ursprüngliche Dimerie der vom N. V_3 versorgten Muskulatur der Plagiostomen zu sprechen.

Ein zweiter Punkt, über den strittige Ansichten sich geltend gemacht haben, ist die Ableitung des Adductor mandibulae von einem Homologen der Adductores arcuum visceralium (vgl. oben S. 91) oder vom Constrictor superficialis. Letztere, von Dohrn (1888 p. 44) zuerst vertretene Ansicht erhielt in neuerer Zeit durch K. Fürbringer (1903 p. 382—385) eine wesentlich veränderte Fassung und wurde von ihm neu begründet. Der von dem letzteren Verfasser vorgebrachten, dem Verhalten der Muskulatur entnommenen Argumentierung stimme ich in der Hauptsache vollkommen bei. Der Bedeutung der Zwischensehne (S. 60—63) und des Add. γ (S. 63—64) wurde bereits oben

[1] Schon Vetter (p. 448) sagt über die Ursprungsstelle des Muskels: „früher wohl nicht weit von derjenigen des Lev. max. sup. gelegen, wurde dieselbe in Folge der Entwickelung des Bulbus und der Orbita immer weiter nach vorn und zugleich durch die Ausbildung des Rostrums nach unten gedrängt."

gedacht; ebenso des Übergreifens des Adductor mandibulae auf den Hyoidbogen bei *Chlamydoselache* (S. 50).[1] Auch ich bin geneigt in diesem übergreifenden Zipfel einen Rest einer früheren weiteren Ausdehnung des Muskels zu sehen, wenngleich diese Annahme vorläufig noch als unsicher gelten muss.

Von Bedeutung für die Auffassung des Adductor mandibulae scheint mir das Verhalten der ihn versorgenden Nerven zu sein.

Es wurde oben versucht zu zeigen, dass der Verlauf des N. V_3 ursprünglich ein oberflächlicher war, und dass eine Einsenkung in den Muskel erst sekundär erfolgte. Ferner suchte ich wahrscheinlich zu machen, dass von den stets in der Mehrzahl vorhandenen Ästen für den Adductor mandibulae einige der proximaleren sich sekundär zu einem Hauptast vereinigen.

Das Verhalten bei den typischen Kiemenbogen ist aber bekanntlich, dass der Constrictor superficialis stets mehrere coordinierte Äste erhält, während zum Adductor arcuum nur ein einziger Ast zieht.

Sind die oben erwähnten Voraussetzungen richtig, dann spricht auch die Zahl der zum Adductor mandibulae ziehenden Äste für dessen Deutung als Derivat des Constrictors.

Mit K. Fürbringer (p. 386 Anm.) halte auch ich es nicht für möglich zu entscheiden, ob daneben noch ein Adductor arcuum an der phylogenetischen Entstehung des Muskels Teil hat. Eine eingehendere Diskussion dieser Frage ist schon deshalb zwecklos, weil wir nicht wissen, ob am Kieferbogen überhaupt die Abtrennung von Adductores arcuum vom Constrictor einst stattgefunden hat.

Die von Ridewood (1899) und Harman (1899) ausgesprochene Anschauung, dass der Retractor palpebrae superioris und der Constrictor spiraculi der Carchariiden nicht dem $C_1 d$ entstammen sollten sondern einem besonderen Hautmuskelsystem, wurde S. 28 zurückgewiesen.

---

[1] Ein ähnliches Übergreifen konnte ich auch bei *Chiloscyllium* (S. 52) konstatieren, doch ist es hier wahrscheinlich von anderer Bedeutung. Bei *Squatina* erreicht der Muskel das Hyoid zwar nicht, erstreckt sich aber an der entsprechenden Stelle weiter auf die ventrale (abdentale) Fläche des Mandibulare als sonst. — Bei *Echinorhinus* finde ich nicht wie K. Fürbringer (p. 385) ein Übergreifen des Muskels auf das Hyoid, sondern nur starke Ligamente, die an der betreffenden Stelle Mandibnlare und Hyoid verbinden. — Die von dem citierten Verf. (l. c.) erwähnte, „nur durch eine unbedeutende Fascie" bedingte Trennung des Add. mandibulae vom Lev. palatoquadrati bei *Chlamydoselache* ist nicht normal. Es handelt sich um eine (vielleicht durch Verletzung während des Lebens entstandene?) Lücke des Knorpels an der einen Seite des von F. untersuchten Exemplars. An der anderen Seite sowie an zwei anderen Exemplaren ist ein solcher Defekt nicht vorhanden; beide Muskeln sind an der betreffenden Stelle durch den Rand des Knorpels getrennt.

Es erübrigt mir noch der Schlüsse zu gedenken, zu denen Edgeworth (1903 p. 81 82) hinsichtlich der Entwicklung der Kopfmuskeln von *Scyliorhinus canicula* kam: „it will be clear ....., that the ventral fibres of the superficial constrictor of the hyoid and mandibular segments have no representatives in the branchial region; they are developed from the ventral parts of the hyoid and mandibular head-cavities, from parts wich in the branchial region form the pericardium. The lower portions of the superficial constrictor in the branchial region are derived by downgrowth from the branchial muscle-plates. The muscles derived from the branchial muscle plates are represented, in the hyoid segment by the upper fibres of the constrictor, in the mandibular segment by the levator maxillae superioris and adductor mandibulae.“ „The branchial muscle-plates, and the similarly situated portions of the hyoid and mandibular muscle-plates, are homologous with the myotomes of the body and are somatic structures;“ dagegen sollen der C_1mv und des C_2v splanchnischer Natur sein. Es wird also ein fundamentaler Unterschied zwischen den beiden letzteren Muskeln und den auf sie metamer folgenden C_3v, C_4v u. s. w. einerseits, andererseits gegenüber den mehr dorsalen, von denselben Nerven versorgten Muskeln des Mandibular- und Hyoidbogens gefolgert.

Ein solcher Schluss scheint mir aber durchaus nicht zwingend aus den Beobachtungen von Edgeworth, — wenn ich dieselben richtig verstehe, — hervorzugehen. Man kann vielmehr annehmen, dass am Mandibular- und Hyoidsegment ein derartiger ventralster Teil der Mesodermsegmente, aus dem das Pericard entsteht, nicht zur Ausbildung kommt. Unter dieser einfachen Voraussetzung steht der Postulierung einer segmentalen Homodynamie aller ventraler Constrictoren nichts im Wege; vielmehr erscheint ihre Entstehung dann überall prinzipiell gleichartig mit derjenigen der übrigen von den Kopfnerven versorgten Muskulatur des Visceralskelets.

Als Facit der Erörterungen dieses Kapitals ziehe ich den Schluss, dass die gesammte vom $N.V_3$ innervierte Muskulatur als Derivat des Constrictor superficialis 1 zu betrachten ist.

Kap. VII. Wirkung der Kiefermuskulatur.

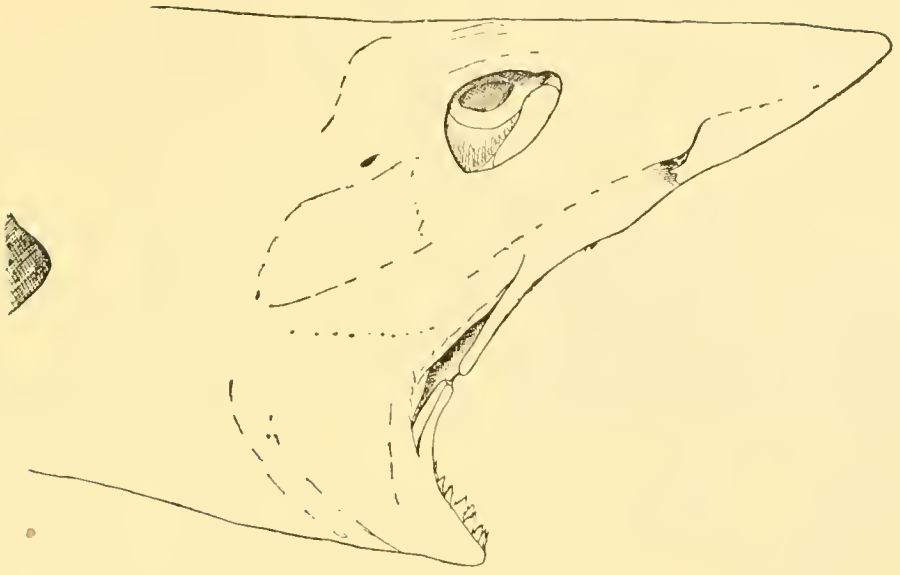
Leider fehlte mir die Gelegenheit an lebenden Tieren Beobachtungen über die Funktion der untersuchten Muskeln anzustellen. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Prof. C. I. Cori in Triest konnte ich aber frische Köpfe von *Mus-*

telus (laevis?) besonders aber von *Galeus galeus* untersuchen, ebenso frische Exemplare von *Trygon pastinaca* und *Torpedo marmorata*. Einige an diesem Material gemachte Beobachtungen mögen hier zusammengestellt werden. Daran schliesse ich Bemerkungen über die Funktion der Kiefermuskulatur bei Formen, die ich nur in konserviertem Zustand untersuchen konnte. Vollständigkeit wurde dabei in keiner Richtung angestrebt, sondern nur Reflexionen, die sich während der Arbeit aufdrängten, mitgeteilt. Dieselben bedürfen der Bestätigung durch das Studium lebenden Materials und besitzen zur Zeit kaum mehr als den Wert von Vermutungen.

Drückt man bei *Galeus* (Textf. 17 A) den Unterkiefer an der Symphyse caudalwärts und ahmt dadurch die durch die Kontraktion des M. coracomandibularis bedingte Bewegung nach, so öffnet sich das Maul (B) und der articulare Teil des Palatoquadratum

Textf. 17. A. B. C. *Galeus galeus* Kopf im Profil bei 3 verschiedenen Stellungen des Kieferapparats.

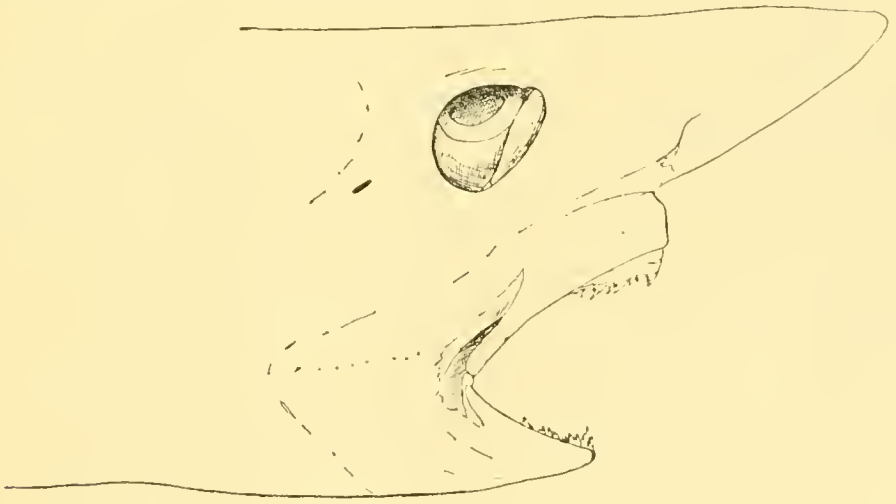
wird gesenkt, das symphysiale Ende dieses Knorpels wird dagegen nur rostralwärts gedrängt, nicht aber gesenkt. Zieht man nun an dem frei präparierten M. praeorbitalis in seiner Längsrichtung (rostralwärts), so werden die articularen Kieferenden gespreizt, zugleich aber (C) die symphysialen Enden der Palatoquadrata ventral- und rostralwärts geschoben (vom Kranium abgehoben). Dadurch wird die Mundhöhle erweitert, indem sich zwischen abdentalem Rand das Palatoquadratum und Kranium eine von der Mundschleimhaut bekleidete Falte zu einer Nische erweitert. — Schliesst man nun das Maul des Fisches, so lässt sich durch Zug am M. praeorbitalis (oder durch einen entsprechenden rostralwärts gerichteten Druck auf die Kiefer in der Gelenkgegend) die vorwärts verschobene Stellung des Palatoquadratum beibehalten. Nähert man die articularen Kieferenden wieder einander, — imitiert man also den Effekt des M. intermandi-



Textf. 17. B.

bularis, — so sinkt der Oberkiefer wieder in seine Ruhelage (A) zurück. Bei nicht gespreizten Gelenkenden der Kiefer kann das Palatoquadratum nicht rostralwärts verschoben werden. Jedes Öffnen des Maules entfernt automatisch die Gelenke voneinander, bietet also die Vorbedingung für eine Protraktion des Oberkiefers.

Auf Grund dieser Feststellungen ist es mir wahrscheinlich, dass man, von der Ruhelage des Maules (Textf. 17 A) ausgehend, beim Öffnen und Schliessen desselben folgende drei Phasen unterscheiden kann:



Textf. 17. C.

1. Aufsperren des Maules durch Kontraktion der Mm. coracomandibulares (unterstützt durch andere Muskeln der Gruppe der Mm. coracoarcuales) (Textf. 17 B). Die glatte, ventrale Fläche des Rostrum bildet eine schiefe Ebene, die direkt in das Maul führt. Falls beim Versuch des Haies ein Frassobjekt zu greifen, dieses nicht das Maul sondern die ventrale Fläche des Rostrums treffen sollte, so wird es doch fast unfehlbar der schiefen Ebene entlang in den Rachen des Räubers gleiten.

2. Protraktion des rostralen Endes des Palatoquadratum (Textf. 17 C) durch den M. praeorbitalis. Diese Bewegung wird besonders dann eintreten, wenn die Mm. coracomandibulares einen gewissen Widerstand leisten. Die erwähnte, die Mundhöhle vergrössernde Nische sowie das stärkere Vorragen der Zähne des Oberkiefers werden nun wirksam das Entweichen der Beute verhindern. Unmittelbar auf diese Phase folgt vermutlich das

3. Schliessen des Maules durch den Adductor mandibulae. Gleichzeitig dürfte die Kontraktion des Levator palatoquadrati und des M. intermandibularis erfolgen. Durch erstere wird das articulare Ende des Oberkiefers in die Ruhelage gehoben, durch die letztere das rostrale Ende. Damit fällt eine allgemeine Verengerung der Mundhöhle zusammen.

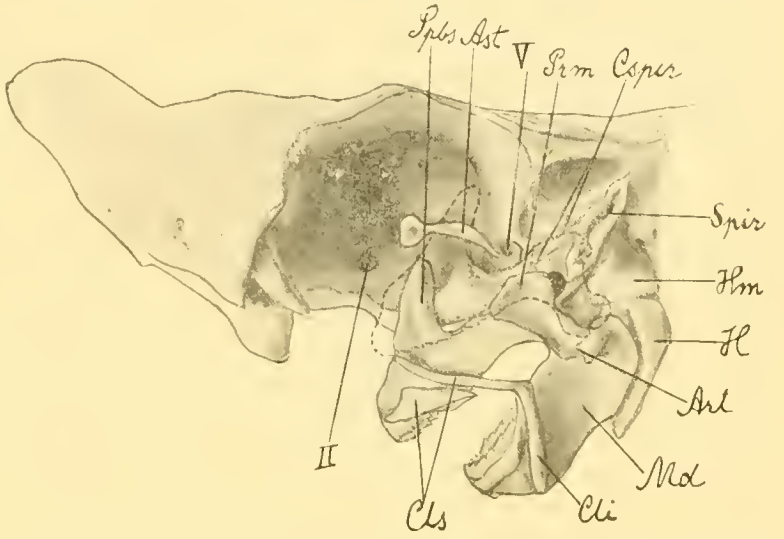
Bei der Atembewegung wird vermutlich die Phase 2 nicht eintreten. Dagegen dürfte bei derselben die oben erwähnte Spreizung der articularen Kieferenden eine Bedeutende Rolle spielen. Sie wird auch bei adduziertem Unterkiefer durch den Zug der Mm. coracomandibulares zu Stande kommen können. Da letztere Muskeln in der Gegend der Symphyse inserieren, ziehen sie diese stark caudalwärts. Da ferner die Symphyse eine relativ grosse Beweglichkeit der beiden Kieferhälften gegen einander erlaubt, die articularen Enden der Mandibularia aber durch die Mm. praeorbitales und die daran sich schliessenden Zwischensehnen der Adductores mandibulae am Caudalwärtsrücken behindert werden, ist der Effekt des Zuges ein laterales Ausweichen der articularen Kieferenden.

Mustelus verhält sich im Wesentlichen hiermit übereinstimmend.

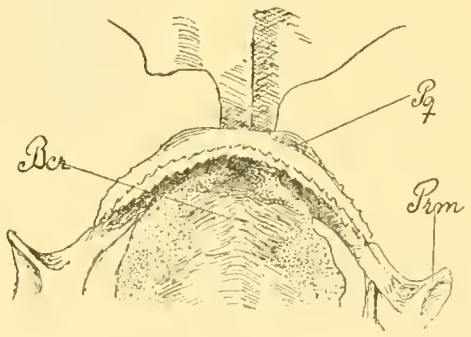
Leider stand mir kein frisches Material von anderen Haien zur Verfügung. Es liess sich aber a priori erwarten, dass bei Formen, die einen stark ausgebildeten Proc. palatobasalis besitzen, die angeführte Beweglichkeit des Palatoquadratum eine noch grössere sein würde. Ich habe deshalb die Beweglichkeit dieses Knorpels bei *Squalus acanthias*, nach Entfernung der Muskeln, geprüft. Der Oberkiefer passt an den Seiten des Kraniums jederseits in eine schwach rinnenförmige Aushöhlung, an die sich lateralwärts je eine schräg lateroventralwärts gerichtete Platte von elastischem Gewebe schliesst [1] (Textf. 18, 18 a punktiert). Durch diese Anordnung werden die Palato-

[1] Die mangelhafte Konservierung des Exemplars erlaubte keine genauere histologische Prüfung.

quadrata in der Ruhelage ohne jede Muskelaktion festgehalten. Der Zug der Mm. coracomandibulares drückt sie nur fester an das Kranium. Beim Öffnen des Maules wird also auch hier eine schiefe Ebene in den Rachen führen. Kontrahiert sich nun aber der Adductor mandibulae gleichzeitig mit dem Add. γ. und dem M. praeorbitalis, so werden die beiden letzteren Muskeln den Gelenkteil des Palatoquadratum spreizen, der Add. γ ihn heben und rostralwärts ziehen, der M. praeorbitalis den ganzen, nunmehr etwas ventralwärts gedrehten Kieferapparat rostroventralwärts ziehen. Die Folge ist, dass das symphysiale Ende aus der Kranialen Vertiefung hinaus sich ventralwärts bewegt, wobei der lange Palatobasalfortsatz grösstenteils aus der Orbita hinabgleitet. Sein oberer Teil mit der faserknorpeligen Fortsetzung bildet jetzt den einzigen Kontaktpunkt zwischen Kranium und Oberkiefer. Diese Vorstreckung des Oberkiefers, die im wesentlichen der Phase 2 bei *Galeus* entspricht, (vgl. oben) ist bedeutend ausgiebiger als dort. — Die Retraktion wird hauptsächlich der Levator palatoquadrati bewirken, doch werden ihn der C_2d und die ventralen Constrictoren unterstützen.



Textf. 18. *Squalus acanthias.* Seitliche Ansicht des Kieferskelets und angrenzender Teile der Kraniums. Palatoquadratum in der Palatobasalverbindung abwärts gezogen (protrahiert). Die gestrichelte Linie zeigt die Stellung des Knorpels in der Ruhelage. Elastisches Gewebe punktiert. — *Prm* Proc. muscularis des Palatoquadratum. Übrige Bezeichnungen in der Figurenerklärung am Schluss der Arbeit.



Textf. 18 a. *Squalus acanthias.* Palatoquadratum an der Basis cranii *(Bcr)* in der Ruhelage. Bezeichnungen wie in Textf. 18.

Ohne Zweifel wird auch bei den übrigen Squaliden die Protraktilität des Oberkiefers eine bedeutende sein. — Besonders stark dürfte sie ferner bei *Chlamydoselache* sein, was ich aus der ungewöhnlich mächtigen Entwickelung des Palatobasalfortsatzes und aus der starken Faltenbildung des Integuments schliesse. — Die bizarre rostrale Verschiebung des Kieferapparats bei *Mitsukurina* erscheint als eine extrem starke, konstant gewordene Protraktion.

Bei den Notidaniden führte die Ausbildung der Postorbitalverbindung (vgl. unten das Kapitel über das Postorbitalgelenk) zu einer starken Reduktion der Beweglichkeit des Palatoquadratum. Eine rostralwärts gerichtete Verschiebung des Oberkiefers ist durch die Lage des Postorbitalgelenks zur Unmöglichkeit geworden, dagegen erlauben die beiden Gelenke am Oberkiefer eine Drehung des dentalen Randes nach aussen als Folge einer Spreizung der articularen Kieferenden; das Palatobasalgelenk ausserdem eine mässige vertikale Verschiebung [1]. An der Muskulatur bewirkte diese Veränderung das Rudimentärwerden des M. praeorbitalis, ferner die Befestigung des Add. γ hauptsächlich am Mandibulare, das für die Bewegung bei der Spreizung einen längeren Hebelarm darbot als die Pars quadrata.

Textf. 19. *Torpedo marmorata.* Ventralansicht bei geschlossenem Maul (oben) und bei geöffnetem (unten).

Wie die mehr horizontale Verschiebbarkeit des weit rostral gelegenen Kieferapparats bei *Heterodontus* zu Stande kam, ist mir nicht klar. Sie steht mit der subterminalen Lage des Mundes in Beziehung. Jedenfalls wird der Add. γ die Protraktion besorgen, während der M. praeorbitalis hier nur als Heber des Unterkiefers wirkt.

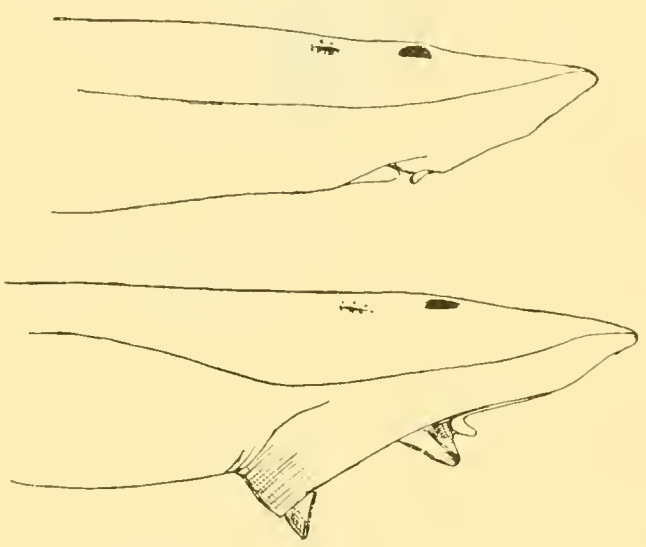
Bei den Rochen gestaltet sich die Funktion des Kieferapparats verschieden, je nachdem die Mundspalte in der Ruhelage annähernd horizontal gestellt ist, wie bei *Tor-*

[1] Auch am Postorbitalgelenk erlaubt die weite Gelenkkapsel eine geringe Verschiebbarkeit in vertikaler Richtung. — Bei *Hexanchus*, wo die beiden Gelenkflächen einander nicht kongruent sind, stellt eine mediale halbmondförmige Falte der Synovialmembran die Kontinuität in der Verbindung her.

pedo (vgl. F. 53) und *Myliobatis*, oder vertikal und quer steht, wie bei der Mehrzahl der Gattungen.

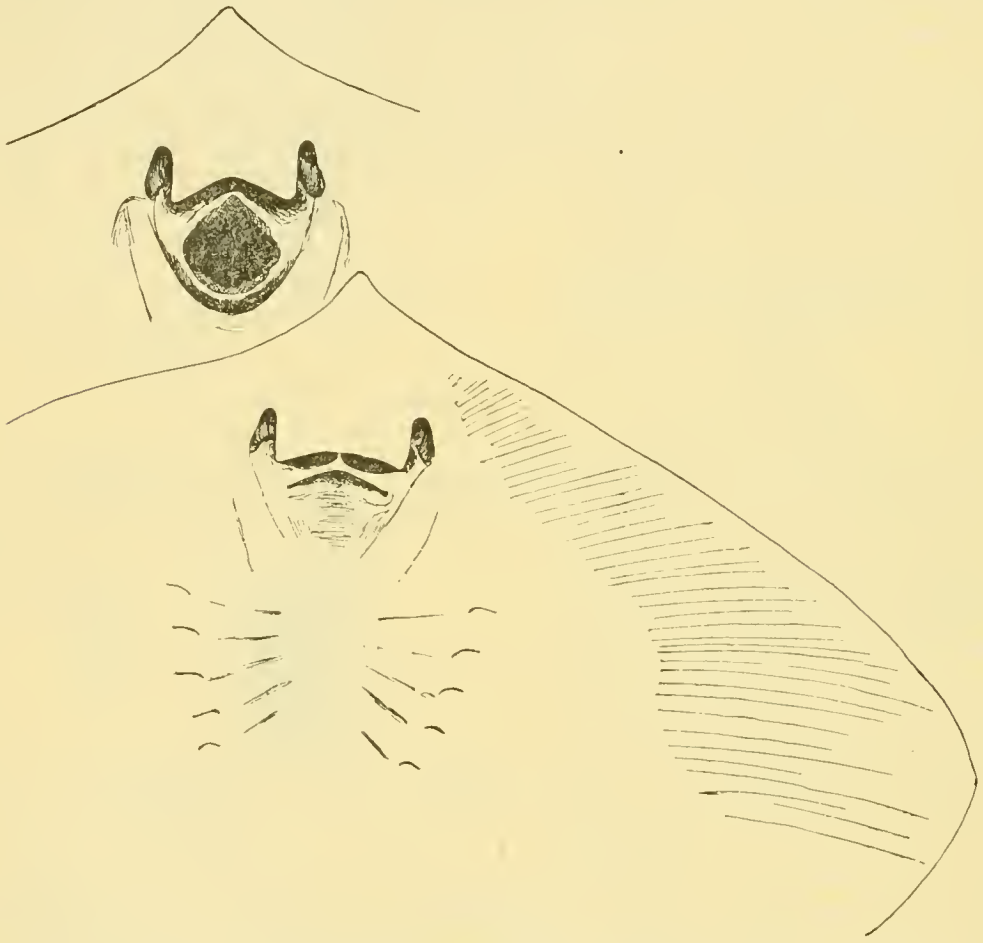
Wenn an einem frischen Exemplar von *Torpedo* (Textf. 19, 20) ein caudalwärts gerichteter Zug auf die Symphysengegend des stark gebogenen Unterkiefers (vgl. Gegenbaur 1872 t. 13. f. 3) ausgeübt wurde, so drehte sich der Kieferapparat um seine Befestigung am Hyomandibulare abwärts, das Maul öffnete sich, und der Unterkiefer leistete erst Widerstand als er sich in rechtem Winkel zur Ebene des Körpers befand (vgl. Textf. 19, 20, untere Fig.). Der Oberkiefer wurde dabei ähnlich protrahiert wie bei den Haien. Vermutlich wird beim lebenden Tier der M. parethmoideo-quadratus bei der Protraktion eine Rolle spielen. Bei der Adduction und Retraction dagegen werden ausser den Add. mand. und den Levatores palatoquadrati ohne Zweifel die Depressores rostri in Aktion treten.

Trygon (Textf. 21 unten, 22) besitzt, wie die Mehrzahl der übrigen Rochen, eine annähernd quer gestellte Mundspalte. Der Winkel, den die beiderseitigen Kieferhälften in der Ruhelage mit einander bilden, ist ein sehr stumpfer; bei den *Rhinorajæ* oft sogar ein annähernd gerader. Indem die Kiefer in der Nähe des Gelenks eine Biegung bilden und die Gelenke selbst nicht ganz in der Ebene der symphysialen Oberfläche liegen, könnte ein Öffnen des Maules durch eine Bewegung in den Kiefergelenken allein zwar gedacht werden, wenn nicht die schräge Stellung der Gelenke dieser Bewegung hinderlich wäre; immerhin würde die dadurch erzielte Mundöffnung nur klein sein. In Wirklichkeit dürfte stets gleichzeitig eine Bewegung in den Symphysen stattfinden. Die Mm. coracomandibulares ziehen die Unterkiefersymphyse caudalwärts und zugleich ventralwärts, während die articularen Enden durch die Befestigung des Add. γ und anderer Adductorportionen am Parethmoidalknorpel, etc. Widerstand leisten. Die Folge ist, dass die Mundspalte rautenförmig ausgedehnt wird (Textf. 21 oben). Zugleich erfolgt eine schwache Drehung des Kieferapparats um die Befestigung am Hyomandibulare, und das Palatoquadratum wird protrahiert (vgl. Textf. 22; die unterbrochene Linie bezeichnet das Profil in der Ruhelage).



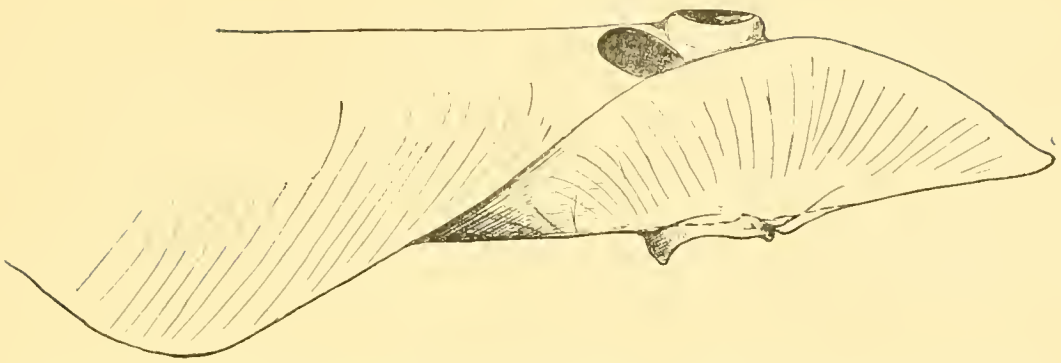
Textf. 20. *Torpedo marmorata.* Profil des Kopfes bei geschlossenem Maul und bei geöffnetem.

Sehr ähnlich werden sich die *Rhinorajæ* verhalten. — Dass die erwähnte Protraktion des Kieferapparats bei Rochen nicht etwa nur ein am toten Tier erzieltes Kunstprodukt ist, geht aus einer mir freundlichst mitgeteilten Beobachtung des Herrn Prof. H. Braus hervor. Bei krampfhaften Kontraktionen, die auf Sublimat-Injektionen folgten, welche an lebenden Tieren vorgenommen wurden, fand nämlich ein bedeutendes Vorstrecken des Kieferapparats statt.



Textf. 21. *Trygon pastinaca*. Ventralansicht bei geschlossenem Maul (unten) und bei geöffnetem (oben).

Während die Mm. coracomandibulares allein oder doch zu überwiegendem Teil das Öffnen des Kieferapparats und dessen Protraktion bewirken, ist der als ihr Antagonist wirkende Apparat ein komplizierterer. Die Bewegung im Kiefergelenk besorgt der Add. mandibulae, unterstützt von dem M. praeorbitalis. Den Derivaten des C_1mv wie auch denen des C_2v fällt grossenteils die Aufgabe zu die Ruhelage in der Symphyse wieder herzustellen, wenngleich diese Funktion z. T. von dem Adductor mandi-



Textf. 22. *Trygon pastinaca.* Kopf von rechts. Kiefer vorgezogen. Die gestrichelte Linie bezeichnet den Umriss der Mundgegend in der Ruhelage.

bulae übernommen wurde. Die Retraktion des protrahierten Kieferapparats dürfte der Levator palatoquadrati unterstützt von dem M. praeorbitalis, den Ursprüngen des Add. mand. am Schädel, am Parethmoidalknorpel, etc. und von Abkömmlingen des Facialis-Constrictors besorgen. Demselben Zweck dient die bei *Pristis* und den Rhinobatiden angebahnte Verwachsung der Endsehne des M. praeorbitalis mit einem Ursprungszipfel des C_1mv posterior. Welche Rolle die Adduction des Cart. parethmoidalis durch den M. ethmoideo-parethmoidalis spielt, blieb mir unklar.

Kap. VIII. Postorbital- und Palatobasalverbindung.

Bekanntlich (Gegenbaur 1872) besitzt das Palatoquadratum der Notidaniden zwei verschiedene Articulationen mit dem Kranium: eine mehr rostrale zwischen dem Palatobasalfortsatz der Pars palatina und der Seite der Basalecke erfolgende, die Palatobasalverbindung (l. c. p. 63), und eine mehr caudale, zwischen dem Quadratteil und der hinteren Fläche des Postorbitalfortsatzes (l. c. p. 52—57), die Postorbitalverbindung. Obgleich die erstere Verbindung des Oberkiefers mit dem Schädel (oder doch Spuren von derselben) eine allgemeine Verbreitung unter den Haien besitzt, die letztere aber auf die Notidaniden beschränkt ist, kam Gegenbaur zu dem Schluss, dass das Postorbitalgelenk die ursprüngliche Verbindung des Kieferbogens mit dem Kranium bezeichnete, während die Palatobasalverbindung sich sekundär an der eine spätere Erwerbung darstellenden Pars palatina herausgebildet haben sollte. Das Postorbitalgelenk wäre also bei der Mehrzahl der Haie verloren gegangen.

Es war mir auffallend, dass bei den Notidaniden der Nerv für den C_1d medioventral vom Gelenk dahinzieht, ebenso ein bedeutender Teil des Muskels selbst. Nimmt

man mit Vetter eine seriale Homodynamie des C_1d mit dem C_2d an, so stand, wenn das Postorbitalgelenk ursprünglich war, zu erwarten, dass der erstere und sein Nerv ebenso wie der letztere dorsolateral von der Befestigung des Bogens am Kranium liegen sollte. Finden wir doch auch bei den typischen Kiemenbogen den dorsalen Teil des Constrictors stets dorsolateral vom Knorpel. Wollte man aber die Lage des C_1d durch Wanderung von einer ursprünglich dorsolateralen Lage erklären, so stösst man auf bedeutende Schwierigkeiten. Entweder muss dann der Nerv durch den Postorbitalfortsatz hindurch verlagert worden, und der Muskel caudal und medial um das Gelenk herum gewandert sein, oder auch fand die Wanderung vorn um das Gelenk statt; in diesem letzteren Falle musste die Pars spiracularis, — die ursprünglich, dem distalen Rand eines Cd entsprechend, ihre Nerven lateral vom Knorpel (und dem Gelenk) erhielt, — durch eine Neubildung ersetzt worden sein. Diese Schwierigkeiten fallen fort, wenn man annimmt, dass das Gelenk sekundär erworben wurde.

Die ganz unbestreitbar sekundäre rudimentäre Beschaffenheit des M. praeorbitalis bei den Notidaniden schien mir ebenfalls durch das Postorbitalgelenk bedingt zu sein (vgl. S. 40—41, 102), indem dieses jede rostralwärts gerichtete Verschiebung des Palatoquadratum wie auch eine starke Spreizung der artikularen Kieferenden verhinderte. Auch dieser Umstand erklärt sich am natürlichsten, wenn man das Postorbitalgelenk als eine Neuerwerbung betrachtet.

Diese Erwägungen veranlassten mich die Gründe, auf denen die Gegenbaur'sche Ansicht ruht, nochmals zu prüfen.

Schon 1876 hat Huxley (p. 43—45) auf Grund vergleichender Studien am Kopfskelett (hauptsächlich an *Heterodontus*, Notidaniden, *Chimaera*, *Ceratodus* und Amphibien) das Postorbitalgelenk der Notidaniden als eine sekundäre Erwerbung aufgefasst.

Die Angabe Gegenbaur's (l. c. p. 188), dass die Pars palatina embryonal bei *Squalus acanthias* als sekundärer Fortsatz an der Pars quadrata entstehen sollte, wurde auf Grund genauerer Methoden von Sewertzoff (1889 p. 299—300) bei derselben Art als irrtümlich nachgewiesen. So kam Sewertzoff zu dem Schluss, dass das Palatobasalgelenk „die primitive Anheftungsstelle des 1. Visceralbogens der Selachier an das Cranium vorstellt."

Leider liegen bislang über die Entwicklung der Notidaniden keine Untersuchungen vor, welche geeignet wären zur Klarstellung der Geschichte der Postorbitalverbindung beizutragen. Die von Huxley (1876 p. 44) und Braus (1906 p. 559) untersuchten Embryonen geben in dieser Beziehung wesentlich nur die Verhältnisse des erwachsenen Tieres wieder.

Der Austritt des N. trigeminus ventral vom Postorbitalfortsatz bildete wohl den wichtigsten der von Gegenbaur zu Gunsten der Ursprünglichkeit des Postorbitalfortsatzes

angeführten Gründe. Sewertzoff hat bereits darauf hingewiesen, dass auf früheren Entwicklungsstadien der N. V „ziemlich weit rostral von der Ohrblase" austritt, und letztere sich ihm erst später nähert, „indem sie in die Grösse wächst." Die Beziehungen „des Kieferbogens und des Trigeminus zur Labyrinthregion des erwachsenen Tieres" haben sich also erst „infolge der progressiven Entwicklung der Ohrkapsel ausgebildet." — Ein anderer Faktor hat aber daneben ohne allen Zweifel mindestens ebenso grosse Veränderungen und Verschiebungen hervorgerufen: die mächtige Entfaltung der Augen. Diese Umgestaltungen betreffen teils direkt das Kranium und das Palatoquadratum indem diese sich dem Bulbus oculi anpassen mussten, teils machen sie sich am Gehirn selbst durch die starke Entfaltung des Mesencephalon und der von diesem ausgehenden Commissuren geltend. Die bedeutende Ausbildung dieses Hirnabschnitts gerade in der Gegend, wo der Austritt des Trigeminus erfolgt, wird aber schwerlich ohne Einfluss auf die Austrittsstelle selbst geblieben sein. Ich glaube deshalb, dass man nicht ohne Weiteres die gegenseitige Lage der Palatobasalverbindung und der Austrittsstelle des N. V bei den Haien als primitiv bezeichnen kann. Man wird vielmehr mit der Möglichkeit rechnen müssen, dass die Orbitalgegend des Kraniums in die Länge gedehnt, und damit auch die Palatobasalverbindung rostralwärts verlagert, andererseits die Austrittsstelle des N. V caudalwärts gedrängt wurde.

An und für sich ist das Vorkommen des Postorbitalgelenks bei den Notidaniden allein unter allen rezenten Selachiern für die Auffassung desselben als primitiv wenig günstig. So viel ursprüngliche Eigenschaften diese Haie auch im übrigen bewahrt haben, so beweisen doch der rudimentäre M. praeorbitalis und der fehlende C_1mv ganz unzweideutig, dass gerade im Gebiet des Kieferbogens bedeutende sekundäre Veränderungen stattgefunden haben. Auch ist besonders hervorzuheben, dass die in anderen Beziehungen gleichfalls sehr tief stehende *Chlamydoselache* jeder Andeutung einer Verbindung an dieser Stelle entbehrt. Zwischen Pars quadrata und Postorbitalfortsatz findet sich nur ganz lockeres Bindegewebe, keine Spur etwa eines Ligaments. Und doch könnte man gerade hier eine Verbindung erwarten, da Kiefer und Fortsatz sich in der Ruhelage berühren.

Zahlreicher sind die fossilen Formen, bei denen eine Verbindung oder doch ein Anlegen des Quadratteils an den Postorbitalfortsatz nachgewiesen wurde. Wir kennen ein solches Verhalten gerade von den ältesten Selachiern, deren Kiefer uns erhalten sind, so von den untercarbonischen und permischen *Diacranodus* Cope (= *Didymodus* Cope?) (Broili 1904 p. 473, t. XXIV), den Pleuracanthiden (= Xenacanthiden) (Koken 1889 p. 84, f. 2 p. 83, f. 3 p. 85; Jaekel 1895 p. 70; Reis 1897 t. 1, f. 1) und *Acanthodes* (Jaekel 1899_1 p. 253—255 f. 1; 1899_2 p. 1—2 [Sep.], f. 1), ferner bei dem

kretaceischen Heterodontiden *Synechodus* (Woodward 1889 p. XVI und 325; auch 1886 p. 218, t. XX, f. 1, 2) und jurassischen Vertretern der Gattung *Hybodus* (Brown 1900 p. 152, 153, 168—169, textf. 1, 5). Dieser Umstand könnte zu Gunsten der Gegenbaur'schen Auffassung gedeutet werden. Wie aber Gegenbaur selbst es erkannte, sind es mit besonders starkem Adductor mandibulae versehene Formen, bei denen der Quadratteil stark dorsalwärts ragt. Einer stärkeren Muskulatur wird in der Regel ein festerer Bau des Knorpels entsprechen. In der Tat sind die Kiefer der betreffenden Formen (vgl. Jaekel 1895 p. 69; Brown 1900 p. 152; Broili 1904 p. 469—470) besonders stark mit Kalk inkrustiert oder durchsetzt. Offenbar hatten deshalb gerade die in Rede stehenden Formen die grössten Chancen fossil erhalten zu bleiben, während sich in bezug auf die grosse Mehrzahl der Haie die ausserordentliche Unvollständigkeit der paläontologischen Dokumente geltend macht. Der gänzlichen Zerstörung werden in erster Linie die ursprünglicheren, mit weniger mächtigen Kiefern versehenen Formen anheim gefallen sein.

Der relativ grossen Verbreitung des Postorbitalgelenks unter den bekannten fossilen Haien kann ich deshalb keine Beweiskraft mit Rücksicht auf die Ursprünglichkeit dieses Gelenks beimessen; um so weniger, als es sich in den meisten von jenen Fällen wo das in Rede stehende Gelenk vorhanden ist, um Formen mit in rostrocaudaler Richtung weit ausgedehnter Mundspalte handelt und ein solches Verhalten sich unter den rezenten Selachiern als sekundär erworben herausstellte (vgl. S. 41). — Hinsichtlich *Synechodus* ist noch zu bemerken, dass es sich um eine Form handelt, bei der sich dieses Gelenk ganz vereinzelt ausgebildet zu haben scheint, während es den nächsten Verwandten fehlt [1].

Ich schliesse hier die Erörterung von ein Paar paläontologischen Befunden an, in denen Jaekel eine Stütze der Gegenbaur'schen Theorie erblickte.

In diesem Sinne gedacht ist offenbar der Satz (1895 p. 70): „Es ist . . . . . hervorzuheben, dass bei keinem der bisher bekannten Selachier der vordere Palataltheil des Oberkiefers so gegen den hinteren, das Quadratum repräsentierenden Abschnitt zurücktritt wie bei den Pleuracanthiden. Derselbe erscheint hier in der That noch wie in der Ontogenie primitiver Haie als ein Auswuchs des Quadratums, welches seinerseits mindestens in morphologischer Hinsicht noch der dominierende Theil des Oberkiefers ist.“ Dem gegenüber möchte ich bemerken, dass die Mächtigkeit des Quadratteils nur beweist,

[1] Woodward 1889 p. 325, bezeichnet *Synechodus* als „a Genus, so far as known, scarcely differing from *Palaeospinax* in except in its higher degree af specialisation“; es heisst ferner (l. c. p. XVI): „The examples of *Palaeospinax* . . . . seem to be sufficiently well preserved to demonstrate that no such arrangement [Postorbitalgelenk] obtained in these Genera.“

dass ein sehr starker Adductor mandibulae vorhanden war. Daneben existierte aber doch eine an und für sich garnicht unbedeutende Pars palatina.

Bei *Acanthodes bronni* findet Jaekel (1899_1, 1899_2) dass die Verkalkung des Palatoquadratum nicht gleichmässig war, sondern dass dasselbe aus drei Stücken bestand: einem die Hauptmasse des Quadratteils darstellenden, das Kiefergelenk bildenden *(b)*, einem an den Postorbitalfortsatz stossenden *(a)*, und einem den Palatinteil mit dem Palatobasalfortsatz bildenden (a^1). Die beiden ersteren Stücke betrachtet er als die zwei oberen Glieder des eine Vierteilung wie die typischen Kiemenbogen aufweisenden Kieferbogens, die beiden unteren Glieder sind in den getrennt verkalkten symphysialen und articularen Abschnitten des Unterkiefers vertreten [1]. Die Pars palatina (a^1) (p. 254) „muss als oberes Element eines vorderen präoralen Bogens betrachtet werden. Diesen wird man um so eher als „Labialbogen" bezeichnen können, als allem Anschein nach die ihm fehlenden drei übrigen Elemente' in den Lippenknorpeln der Selachier wiederkehren". (p. 255) In dem „sog. Palatoquadratum der Haie [liegen] die drei bei *Acanthodes* getrennten Stücke (a, b, a^1) in verschmolzenem Zustande vor. Eine derartige Einheitlichkeit knorpliger Anlagen ist bisher in der Regel für primitiv angesehen worden, z. B. auch in dem sog. Primordialkranium der Haie, trotzdem schon verschiedene Anzeichen darauf hindeuteten, dass der einheitliche Knorpel oft heterogene Anlagen vereinigt hielt. Dafür ist hier nun ein endgültiger Beweis erbracht und im Besonderen auch die Frage, welche der beiden Gelenkungen des Palatoquadratum am Schädel primär sei, dahin zu beantworten, dass es beide in gleichem Masse sind, in so fern der hintere mandibulare Mundbogen an der Postorbitalecke, der vordere maxillare oder palatinale vorn an der Schädelbasis articulirte."

Jaekel geht, indem er die 4-Teilung des Mandibularbogens nachzuweisen versuchte von der Voraussetzung aus, dass den getrennten Verkalkungszentren bei den Selachiern eine hohe morphologische Bedeutung zukomme. Diese Voraussetzung kann aber meiner Ansicht nach keineswegs als feststehend hingenommen werden. Es wäre sehr wohl möglich, dass den einzelnen verkalkten Stücken keine grössere morphologische Bedeutung zukäme als etwa den getrennten Ossifikationspunkten an den Diaphysen und Epiphysen langgestreckter Knochen bei den höheren Vertebraten.

Es muss ferner auffallen, dass nach Jaekels Auffassung der „Labialbogen" dorsal von der Mundspalte drei Glieder besitzen sollte, ventral nur eines, während am Mandi-

[1] Schon früher hatte Reis in einer Reihe von Schriften (vgl. Jaekel 1899 p. 250) diese Stücke beschrieben, sie jedoch zum Teil anders gedeutet. Auch er hatte geglaubt (1896) eine 4-Teilung des Kieferbogens zu erkennen, doch fasste er die Pars palatina (a^1) als erstes Glied der Reihe auf. — Emery (1897) hat gleichfalls bei *Acanthodes* eine ursprüngliche 4-Teilung des Mandibularbogens zu finden geglaubt.

bularbogen das Kiefergelenk zwei dorsale und zwei ventrale Glieder trennen würde. Die gewonnene Übereinstimmung würde also doch keine unbedingte Geltung haben.

Dazu kommt, dass ich bei *Chiloscyllium* wo zwei obere Lippenknorpel in guter Ausbildung vorhanden sind, am mandibularen Knorpel zwei getrennt verkalkte Stücke finde: ein der Verbindung mit dem hinteren oberen Lippenknorpel benachbartes und ein den rostroventralen Teil umfassendes. Zwischen diesen beiden Stücken ist der Knorpel sehr biegsam. Diese Stelle entspricht einer Falte des Mundrandes und spielt physiologisch die Rolle einer Verbindung zweier Skeletteile. Äusserlich ist jedoch der Knorpel völlig einheitlich. [1]

Es liegt nun nahe bei der Hand analog den Schlüssen Jaekels hierin einen Beleg dafür zu sehen, dass die drei weit verbreiteten Labialknorpel einem ursprünglich 4-gliedrigen Bogen angehörten, dessen beide ventrale Elemente in dem mandibularen Lippenknorpel enthalten sind. Dann würde aber die von Jaekel dem Labialbogen zugezählte Pars palatina als fünftes Skeletelement von neuem überzählig werden und man müsste, getreu dem einmal angenommenen 4-Teilungs-Prinzip wiederum eines der oberen Elemente einem „Prälabialbogen" zuerteilen.

Weit natürlicher erscheint mir die Annahme, dass die einzelnen Verkalkungszentren nicht den von Jaekel ihnen zugeschriebenen Wert besitzen und dass die bei einer einzelnen in mancher Beziehung hoch differenzierten Gattung gefundene Dreiteilung der Verkalkung des Palatoquadratum eine sekundäre Erwerbung darstellt, die mit uns nicht näher bekannten speziellen physiologischen Verhältnissen in Zusammenhang gestanden haben mag. Die bei allen übrigen Selachiern sich findende Einheitlichkeit des Palatoquadratum stellt dann den primitiven Zustand dieses Knorpels dar. [2] Ich kann deshalb in den Befunden Jaekels auch keinen Beweis für die Ursprünglichkeit der Postorbitalverbindung erblicken.

Eines von denjenigen Momenten, die Gegenbaur bestimmten die Postorbitalverbindung als den Ort der ursprünglichen Befestigung des Kieferbogens zu betrachten, war, dass (1872 p 55), wenn der Fortsatz als das Primäre, die Gelenkverbindung als das Sekundäre aufgefasst wurde, die Entstehung des ausserordentlich weit verbreiteten Postorbitalfortsatzes keine Erklärung fand, sondern unbekannten Faktoren zuge-

---

[1] Die Verkalkung besteht wie gewöhnlich aus einer oberflächlichen Kruste von polygonalen Plättchen. — Auch bei *Acanthodes* sind „die besprochenen Theile auf knorpeliger Grundlage röhrig ossificirt."

[2] Die von Pollard (1895, p. 233 und f. 1) erwähnte, schon von Gegenbaur (1872 t. XI f. 1 *P*) abgebildete Abspaltung eines kleinen Knorpelstückchens an der abdentalen Seite des symphysialen Oberkieferendes bei *Scymnus lichia* hat jedenfalls nichts mit den Befunden bei *Acanthodes* zu tun. Der getrennte Knorpel existiert neben einer wohlentwickelten Pars palatina.

schrieben wurde. Ich glaube nicht fehl zu greifen, wenn ich den fraglichen Fortsatz als eine Schutzvorrichtung für das Auge deute. Es wird das klar, wenn wir bedenken, dass bei vielen Formen ein ähnlicher, rostral vom Auge befindlicher Präorbital-(Antorbital-) Fortsatz existiert, für dessen Entstehung schwerlich jemand einen prämandibularen Bogen verantwortlich machen wird. Einen solchen Präorbitalfortsatz besitzen u. A. *Chlamydoselache* und *Mitsukurina* (vgl. F. 63) in besonders schöner Ausbildung. Dass der Processus praeorbitalis in vielen Fällen fehlt, schreibe ich dem Umstand zu, dass bei den betreffenden Tieren die Ethmoidalkapsel mächtig vorgewölbt ist und dem Auge einen hinreichenden Schutz gewährt. Von Formen, wo der dorsocaudale Rand der Ethmoidalregion nur eine vorspringende Leiste bildet, zu solchen mit ausgeprägtem Fortsatz, finden sich alle Übergänge. Besonders deutlich scheint mir ein Analogie-Fall für die hier vertretene Art der Entstehung der Post- und Präorbitalfortsätze zu sprechen. Bei *Sphyrna* (F. 40; Gegenbaur 1872 p. 89—90, t. IX, f. 1) bildet bekanntlich der Präorbitalfortsatz allein von neuem einen Prä- und einen Postorbitalfortsatz aus ohne dass von irgend welchen Beziehungen zum Palatoquadratum die Rede sein kann [1]. Der ausserordentlich lang ausgezogene primäre Postorbitalfortsatz mag hier nicht mehr allein die erforderliche Stütze geboten haben; er verwächst (vgl. auch Gegenbaur l. c.) mit dem sekundären Postorbitalfortsatz [2].

Indem ich die erste Entstehung des Postorbitalfortsatzes in Beziehung zum Auge bringe, soll nicht geleugnet werden, dass sekundär der Kontakt mit dem Palatoquadratum zu einer stärkeren Ausbildung desselben geführt hat. Eine solche Beeinflussung glaube ich schon bei *Chlamydoselache* zu erkennen, wo die Äste des N. C_1d in eine ventrale Kante des Fortsatzes eingeschlossen sind, in weit höherem Maasse macht sie sich aber selbstredend bei den Notidaniden geltend. Sie äussert sich in einer breiteren, massiveren Form (vgl. Gegenbaur p. 53. t. I. f. 1. 2 *Po*).

Auch bei einer Postorbitalverbindung entbehrenden Haien glaubte Jaekel (1890 p. 109) Anzeichen eines früheren Vorhandenseins desselben zu finden: „der Umstand, dass wir wenigstens einen Vorsprung am Knorpel als Rudiment jener ursprünglichen Articulation noch bei fast allen Selachiern antreffen, bei welchen derselbe in Folge einer veränderten Articulation höchst wahrscheinlich functionslos geworden ist, beweist, dass seine Bildung eine sehr ursprüngliche und jedenfalls sehr lange bewahrte

[1] Es bleibt dabei gleichgültig ob der sekundäre Postorbitalfortsatz aus dem Dach der Orbita hervorging (Gegenbaur l. c.) oder direkt als Ast des Proc. praeorbitalis.

[2] Bei *Zygaena blochii* ist die Verwachsung zwischen primärem und sekundärem Postorbitalfortsatz noch inniger als bei *Z. malleus*. Der schon bei dieser letzteren Art sehr schwache proximale Teil des primären Fortsatzes wurde bei *Z. blochii* ganz rückgebildet.

Eigenthümlichkeit der Plagiostomen ist". Vermutlich bezieht sich diese Ausserung in erster Linie auf den für die *Cyclospondyli* charakteristischen Fortsatz an der rostrodorsalen Ecke des Quadratteils (vgl. Textf. 18 *Prm*). Der Adductor mandibulae entspringt im Umkreis derselben mit besonders zahlreichen Fasern, oft zweizeilig gefiedert, mittelst einer Sehne. Diese Stelle bietet insofern besondere Vorzüge, als hier in grösster Entfernung vom Gelenk (also längster Hebelarm!) besonders lange Fasern zur Ausbildung kommen können. Weiter vorn verhindert das Auge eine solche Entfaltung. Das Vorhandensein des betreffenden Fortsatzes wird dadurch auch erklärlich, wenn man ihn nicht als rudimentäres Gebilde auffasst.

Es ist nun wohl verständlich, dass bei Formen, wo sich grosse Augen mit einer in rostrocaudaler Richtung weit ausgedehnten Mundspalte bei mässiger Höhe des Kopfes kombiniert finden, wo der M. praeorbitalis also (vgl. S. 41) eine Rückbildung erfuhr, — dass dort der postorbitale Teil des Adductor mandibulae kompensatorisch an Stärke zunehmen musste. Wurde aber der Muskel kräftiger, so musste der Knorpel eine entsprechende Verstärkung erfahren.

Der Processus postorbitalis des Schädels und der Muskelfortsatz des Quadratum sind also nach meiner Auffassung nicht von einer den Vorfahren aller Selachier zukommenden Postorbitalverbindung abzuleiten[1], sondern die letztere entstand bei gewissen Gruppen der Haie, indem die selbständig präformierten Fortsätze mit einander in Beziehung traten.

Auch der Palatobasalfortsatz dürfte schwerlich das ursprüngliche proximale Ende des Palatoquadratum repräsentieren. Seine Entstehung, oder wenigstens seine stärkere Entfaltung hängt zweifelsohne mit der Ausbildung der im Kapitel VII besprochenen, jedenfalls nicht primitiven Protraktilität des Palatoquadratum zusammen. Eine solche Protraktilität und damit ein starker Proc. palatobasalis findet sich bei den Squaliden. Die von Sewertzoff (vgl. S. 106) beobachtete frühe Anlage dieses Fortsatzes bei *Squalus* liesse sich deshalb als eine infolge von progressiver Entwicklung accelerierte im Sinne von Mehnert (1897) deuten.

[1] Pollard (1894) hält ebenfalls die postorbitale Befestigung des Palatoquadratum für die ursprüngliche. Die von ihm verfochtene Homologie des Quadratteils des Palatoquadratum der Plagiostomen mit dem Hyomandibulare von Ganoiden, Teleostiern, *Ceratodus* und den Amphibien gründet er darauf, dass die Postorbitalverbindung dem an gleicher Stelle des Schädels befindlichen Gelenk zwischen Hyomandibulare und Kranium bei den erwähnten Formen entspricht. Aus dieser übereinstimmenden Lage des Gelenks aber auf eine Homologie der betreffenden Skeletstücke zu schliessen ist nicht berechtigt, so lange die von Pollard selbst erwähnte differente Lage des Spritzlochs im Verhältnis zum Knorpel bei den Notidaniden auf der einen Seite, *Polypterus*, *Acipenser* und *Spatularia* auf der anderen Seite, nicht erklärt wurde. Den Versuch einer solchen Erklärung hat Pollard nicht gemacht.

Immerhin halte ich es für wahrscheinlich, dass in der Nähe der Palatobasalverbindung die ursprüngliche Befestigung des Mandibularbogens zu suchen ist. Genaueres darüber lässt sich jedoch nicht sagen, um so weniger, als ja der Ort der Palatobasalverbindung bei den rezenten Selachiern bedeutenden Verschiebungen unterworfen ist.

Kap. IX. Verschiebungen des Kieferapparates, und seine Beziehungen zur Gestalt des Kopfes und der Lebensweise.

Bei *Heterodontus* (F. 26) und *Chiloscyllium* (F. 24) liegt der Kieferapparat weit vorn am Kopf. Ohne Zweifel ist diese auffallende Lage der Kiefer und ihrer Muskulatur bei der letzteren Gattung erst durch eine sekundäre Verschiebung in rostraler Richtung entstanden (vgl. das Verhalten des Lev. palatoquadrati bei dieser Gattung S. 33—34). Ob auch bei *Heterodontus* eine derartige Verschiebung stattfand oder ob sich hier die Kiefer in ursprünglich rostraler Lage befinden, muss ich dahingestellt sein lassen [1]. — Für *Heterodontus*, der sich hauptsächlich von langsam kriechenden oder schreitenden littoralen Tieren nährt, — Mollusken, Echinodermen, Brachyuren, etc. — wird die subterminale Lage des Mundes bei der Aufnahme der Nahrung vom Meeresgrund sehr vorteilhaft sein. Die auffallend plumpe Gestalt des Kopfes, die eine Folge der rostralen Lage der Kiefer und ihrer Muskulatur ist, wird beim Fang nicht hinderlich sein, da die relativ grosse Trägheit der Beutetiere auch vom Räuber keine bedeutendere Schnelligkeit verlangt. In der Tat ist *Heterodontus*, wie Brehm (1892 p. 456) berichtet, ein sehr träges Tier. — Nähere Notizen über die Biologie von *Chiloscyllium* sind mir nicht bekannt. Jedenfalls handelt es sich auch hier um ein littorales Tier. Von der mit dieser Gattung nahe verwandten *Stegostoma tigrinum*, wo der Mund eine ähnliche subterminale Lage, und der Kopf eine noch plumpere Gestalt hat [2], wissen wir jedoch durch Waite (1899) und Day [3], dass

[1] Die extreme Entfaltung des Kieferapparats, und seiner Muskulatur beeinflusste das ganze Cranium von *Heterodontus* in hohem Grade. Durch sie wurde wahrscheinlich das Auge caudalwärts gedrängt (schon Gegenbaur 1872 p. 53 konstatiert eine caudalwärts gerichtete Verschiebung der Orbita). Der Kieferapparat als Ganzes scheint deshalb noch weiter vorn zu liegen, als er es im Vergleich zu anderen Haien eigentlich tut.

[2] Während der Drucklegung dieser Arbeit hatte ich durch das freundliche Entgegenkommen von Herrn Dr. K. M. Levander Gelegenheit ein Exemplar der in Rede stehenden Art zu untersuchen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche. Eine Beschreibung der Muskulatur soll an anderer Stelle gegeben werden. Hier sei nur erwähnt, dass sich dieselbe eng an diejenige von *Chiloscyllium* anschliesst, und dass der Ursprung des mächtigen M. praeorbitalis sich bis zur dorsalen Mittellinie des Kraniums ausdehnt.

[3] Day, Fish of India, p. 725 (citiert nach Waite l. c).

Mollusken (im Darm wurde massenhaft *Natica* gefunden) und Crustaceen die Hauptnahrung des Tieres bilden. In oekologischer Beziehung existiert also ein naher Anschluss an *Heterodontus*.

Es kann nicht zweifelhaft sein, dass die Stammformen der Haie ein sehr viel schwächeres Gebiss besassen als die erwähnten, von hartschaligen Tieren lebenden Formen, und demgemäss auch schwächere Kiefer und Muskeln. Dennoch würde aber eine gleichmässige Entfaltung des Kieferapparats mit seiner Muskulatur ventral von den mächtig sich entwickelnden Sinnesorganen: Nasenkapsel und Auge, wozu noch die Gallertröhren kommen, dem Kopf eine plumpe Gestalt verliehen haben. Eine solche wäre aber, wo es galt eine rasch bewegliche, im Wasser frei schwimmende Beute (z. B. Fische, Cephalopoden) zu erhaschen, von grossem Nachteil gewesen. In der Tat hat bei den meisten Haien, — wie bei so vielen anderen Wassertieren, — eine Anpassung stattgefunden, die in der Spindelform gipfelt, wie wir sie z. B. bei *Lamna* sehr schön finden. Wir sehen gleichsam einen Wettstreit zwischen den verschiedenen für ein Raubtier bedeutungsvollsten Faktoren sich am Kopf der Haie abspielen. Die für das Erspähen der Beute sich immer mehr vervollkommnenden Sinnesorgane drängen den zum Greifen der Beute eingerichteten Kieferapparat mit seiner Muskulatur caudalwärts. Beide aber müssen sich zu Gunsten der raschen Beweglichkeit der allgemeinen Körperform unterordnen.

Mit zunehmender Grösse der Augen wurde der rostralste Teil der Kiefermuskulatur, der M. praeorbitalis, stark reduziert (z. B. *Odontaspis, Lamna*) und Hand in Hand damit ging eine Veränderung seiner Funktion von einer Adduktion des Unterkiefers zu einer Protraktion des Kieferapparats, wodurch seine Fortexistenz bei weit ventralwärts verschobenem Ursprung ermöglicht wurde *(Cyclospondyli)*. Das Ausschalten des M. praeorbitalis von der Adductorfunktion musste zu einer kompensatorischen Verstärkung des caudal vom Auge gelegenen Adductor mandibulae führen, die ihrerseits eine Vergrösserung der Pars quadrata herbeiführte und bei den Notidaniden (und einzelnen fossilen Formen) im Zusammenwirken mit anderen Faktoren die Postorbitalverbindung bedingte (vgl. S. 112).

Die Verschiebung in caudaler Richtung konnte entweder nur den mächtigsten Teil des Palatoquadratum, die Pars quadrata, betreffen (z. B. *Chlamydoselache*), oder, in geringerem oder höherem Grade, auch die Pars palatina. Der Unterkiefer verhielt sich natürlich stets in entsprechender Weise.

Wurde also der Schwerpunkt des Kieferapparats caudalwärts gedrängt, so wurde diese Verlagerung fast stets scheinbar noch dadurch vermehrt, dass die Sinnesorgane am vorderen Körperende sich stark entfalteten, und zwar teils die Nasenkapseln, beson-

ders aber die Gallertröhren, die den wesentlichen Inhalt der oft mächtigen Rostralbildungen darstellen [1]. Durch letztere wird das Vorderende des Tieres weit vorwärts verschoben. Bei mässiger Entfaltung des Rostrums dürfte für die Nahrungsaufnahme hieraus kein wesentlicher Nachteil erwachsen (vgl. S. 100). — Bei sehr starker Verlängerung des Rostrums musste das anders werden. Das Ergreifen der Beute wurde dadurch wesentlich erschwert. Da zeigt sich die hohe Anpassungsfähigkeit des Organismus, und zwar in zwei ganz verschiedenen Richtungen.

In einem Falle emanzipiert sich der Kieferapparat ganz vom Kranium und sucht weiter vorn eine günstigere Lage auf, wobei er das ventrale Ende des Hyomandibulare und das dorsale Ende des Hyoid mit sich rostralwärts zieht (*Mitsukurina* vgl. S. 101. F. 20).

Im anderen Falle *(Pristis, Pristiophorus)* übernimmt, unabhängig in zwei verschiedenen Gruppen, das im Dienst der Sinnesorgane entstandene Rostrum sekundär die Funktion als Angriffswaffe [2] und enthebt damit den Kieferapparat dieser Aufgabe. Dieser Umstand erklärt auch die schwache Bezahnung der Kiefer bei diesen Formen, womit natürlich die relativ schwache Ausbildung der Kiefer selbst im Zusammenhang steht.

In anderer Weise, nämlich durch Ausbildung der elektrischen Organe, wurden bei *Torpedo* die Kiefer ihrer Aufgabe als Angriffswaffe enthoben und damit hängt wohl zum Teil ihre auffallend schlanke Gestalt und die Schwäche ihrer Muskulatur zusammen [3].

Mit der Entfernung des Mundes vom rostralen Körperende und seiner Verlagerung auf die Ventralseite des Kopfes, wie wir sie bei den meisten rezenten Haien finden, musste die Protraktilität des Palatoquadratum an Bedeutung gewinnen. Das war aber in noch höherem Grade bei den Rochen der Fall, bei deren breiter Körpergestalt das Fassen von auf dem Boden liegenden Nahrungsobjekten sonst fast zur Unmöglichkeit würde. Es ist eine Einrichtung, zu der wir bei anderen abgeplatteten, am Boden lebenden Tieren mit flächenständigem Mund manche Analogieen im weiteren Sinne finden; ich erinnere an die Laterne des Aristoteles bei Echiniden, den ausstülpbaren Magen von Asteriaden, ferner an den Pharynx der Planarien.

[1] Abweichend von Doflein (Ostasienfahrt) vermute ich die Bedeutung der Rostralbildungen der Selachier in erster Linie darin, dass sie als Spürorgane zum Wittern der Beute dienen. Die Rolle des Rostrums von *Mitsukurina* als Balancierorgan kann, wie mir scheint, nur ganz untergeordnet sein.

[2] Die Benutzung der Säge als Angriffswaffe kann allerdings nicht als völlig gesichert gelten, da direkte Beobachtungen darüber noch fehlen. Die von Stromer (1905 p. 47, 56—57) und Pappenheim (1905) erwähnten Schrammen an den Zähnen der Säge von *Pristis* sprechen jedenfalls für diese Annahme, ebenso die von Linné erwähnte Säge, in der ein abgebrochener Zahn von einem anderen Sägefisch steckte. An derjenigen Auffassung, auf die es mir hier ankommt, wird nichts Wesentliches geändert, wenn sich die Vermutung Pappenheim's bestätigen sollte, dass die Säge der Sägefische als „Baggerapparat" verwendet wird.

[3] Gegen diese Auffassung scheint allerdings das Verhalten von *Astrape* zu sprechen, wo trotz guter Ausbildung der elektrischen Organe Kiefer sowohl wie Muskeln sehr gut entwickelt sind. Vermutlich wird eine genauere Kenntnis der Lebensweise des Tieres nähere Aufklärung hierüber geben.

Specieller Teil.

Kap. X. Einzelbeschreibungen.

Diplospondyli.[1]

Fam. **Chlamydoselachidae.**

Chlamydoselache anguinea Garm.[2]

(T. I, F. 1; Textf. 10, S. 75).

K. Fürbringer 1903 p. 380, 382, 384, t. XVI, f. 1. *(Chlamydoselachus anguineus).* — Hawkes 1907 p. 970.

Material: 1 dem anatomischen Institut in Jena gehöriges Exemplar (dasselbe, das den Untersuchungen von K. Fürbringer diente); 1 Kopf und ein nur teilweise erhaltenes Ex. aus der japanischen Sammlung von Prof. Doflein (Zool. Staatssammlung, München).

Der C_1d (vgl oben S. 8) stellt einen breiten platten Muskel dar, der an der oberen lateralen Kante des Kraniums entspringt u. z. dicht hinter dem Proc. postorbitalis beginnend und bis zum caudalen Ende der erwähnten Kante reichend (d. h. bis zu der Stelle, wo sich der Schädel caudalwärts abdacht). Der Ursprung nimmt nur einen schmalen Streifen ein und setzt sich nicht wie bei den Notidaniden in eine tiefe Nische des Postorbitalfortsatzes fort. Die hintersten Fasern ziehen schräg lateral- und caudalwärts, nur schwach ventralwärts geneigt, die rostralwärts darauf folgenden wenden sich sukzessive in eine rein lateralwärts, dann schräg rostralwärts und zugleich immer steiler ventralwärts gehende Richtung. Die Insertion erfolgt am Palatoquadratum an der Medialseite von dessen oberem Rand, infolge der schrägen Richtung der Fasern etwas hinter dem Spritzloch beginnend und sich unter dem Postorbitalfortsatz hindurch bis unter das Auge erstreckend, die Basis des Palatobasalfortsatzes jedoch nicht erreichend. Der Nerv verzweigt sich teils an der lateralen Oberfläche des Muskels (vgl. F. 1), teils auch an der medialen Seite, indem ein Ast um den rostralen Rand herum caudalwärts zieht.

Über den M. praeorbitalis vgl. S. 39—40, über den Adductor mandibulae S. 50, 96.

Wie S. 75 erwähnt wurde, gelang es mir nicht eine Innervation des M. intermandibularis durch den $N.V_3$ festzustellen. Ein bis zwei zarte Ästchen zweigen zwar vom Hauptstamm des $N.V_3$ ab und ziehen medioventralwärts gegen den Muskel hin, doch konnte ich sie

---

[1] Hinsichtlich der Gruppierung der Familien in Ordnungen bin ich Jordan und Ewermann (1896) gefolgt, doch habe ich den Begriff der Familien und Gattungen weiter gefasst als diese Autoren.

[2] Hinsichtlich der im allgemeinen Teil benutzten Nomenklatur sei nachträglich bemerkt, dass in den Litteraturübersichten die von den zitierten Autoren benutzten Arten-Namen zur Anwendung kamen.

Einige japanische Haie habe ich nicht nach den mir vorliegenden Beschreibungen identifizieren können. Eine genaue Bearbeitung auch dieser Formen beabsichtigt Herr Dr. Stromer v. Reichenbach später im Doflein 'schen Reisewerk zu geben.

bei ihrer Feinheit und der grossen Festigkeit des Bindegewebes[1] nicht weit verfolgen. Sie sind jedenfalls auch zu dünn um einen erheblichen Teil des Intermandibularis versorgen zu können. — Zipfel der Endsehne des M. coracomandibularis durchbohren den M. intermandibularis vorn um sich an der derben oberflächlichen Fascie, die auch mit der Haut verwachsen ist, zu befestigen. Durch diese Sehnenzipfel wird der mittlere Teil des Intermandibularis in der Ruhelage ziemlich weit hinter der Befestigung am Mandibulare fixiert, sodass die Fasern einen V-förmigen Verlauf haben. Eine mediane Raphe ist, wenigstens im vorderen Teil des Muskels, nicht vorhanden (Vgl. Textf. 10).[2]

Der N.V_3 (F. 1) zieht schräg laterocaudalwärts, wendet sich am äusseren Ende des Postorbitalfortsatzes schräg caudal- und ventralwärts, dann, caudal vom Mundwinkel, wieder schräg vorwärts, wobei er der ventrocaudalen Seite des unteren Lippenknorpels folgt und sich bis gegen das Ende des Unterkiefers verzweigt. Vom Austritt aus dem Knorpel an bis kurz vor das Ende des Postorbitalfortsatzes erscheint ihm ein relativ starker Nerv angeschlossen, der wahrscheinlich sensorischer Natur ist. Dieser wendet sich an dem lateralen Ende des Postorbitalfortsatzes caudalwärts und sendet auch ein Paar Äste durch diesen Processus. Seinen weiteren Verlauf habe ich nicht verfolgt. — Noch ehe der R. mandibularis das Palatoquadratum erreicht hat, entsendet er lateral- und caudalwärts einen Ast, der sich bald in drei spaltet, welche alle den Postorbitalfortsatz durchbohren. Der mittlere von diesen stellt den N. ad m. lev. palatoquadrati dar (vgl. oben). Ob auch die beiden anderen Äste motorische Fasern enthalten gelang mir nicht festzustellen, da der Knorpel geschont werden musste. — An der ventralen Seite zweigt ein starker, grösstenteils sensibler Nerv ab, der nach Abgabe eines dünnen motorischen Astes für den M. praeorbitalis seine übrigen, sensiblen, Fasern grösstenteils medial vom Praemaxillarknorpel, zwischen diesem und dem erwähnten Muskel, ventralwärts sendet. Es folgen, gleichfalls rostroventral, zwei Nerven, die sich teils im Adductor mand., teils im M. praeorbitalis verzweigen, der hintere von ihnen giebt auch einen sensiblen Ast ab. Dorsocaudal entspringen in derselben Höhe zwei mässig starke Nerven für den Add. mandibulae, etwas tiefer unten noch einer. Vor der Umbiegung beim Mundwinkel giebt der Nerv zwei feine, grösstenteils sensible Äste ab, die ventrocaudalwärts gerichtet sind und sich stark verzweigen, auch ein Paar Ästchen lateral von der Verbindung der Lippenknorpel zur Mundhaut senden. (Ein dünnes motorisches Ästchen war dieser sonst rein sensiblen Bahn angeschlossen). Im folgenden Verlauf giebt der R. mandibularis noch einige dünne Äste für den Add. mandibulae ab, die teils ventrocaudal- teils gerade medialwärts gerichtet sind. (Letztere sind in der Figur nicht angegeben). Ein dünner Ast zieht medial vom mandibularen Lippenknorpel zu dem diesen bewegenden Mu-

[1] Bei dem Münchener Exemplar; bei dem Jenenser Ex. war dieser Teil nicht mehr vollständig erhalten.

[2] Mit Ausnahme der intermandibularen Strecke (C_2md) ist der C_2 hier ganz auf den Hyoidbogen beschränkt. Er erreicht also an keiner Stelle das Palatoquadratum und lässt auch den caudalen Teil des Unterkiefers frei. Infolgedessen liegt der Stamm des Facialis nach Entfernung von Haut und Bindegewebe von dem hinteren Rand des M. levator palatoquadrati an bis zu seinem Eintritt unter den M. intermandibularis frei zu Tage. Bis auf die intermandibulare Strecke verhält sich somit der Constrictor des Hyoidbogens ganz nach dem primitiven Typus eines Kiemenbogens nach VETTER's Schema, und weit primitiver als bei den Notidaniden.

skel (vgl. S. 89). — Der ventralen Äste wurde schon oben gedacht. — Zahlreiche sensible Äste ziehen über den mandibularen Lippenknorpel und dessen Muskel hinweg zur Haut des Kieferrandes und den Zähnen, und bildet vorne ein kompliziertes Flechtwerk. — Ein paar sehr feine, unter einander anastomosierende ventrocaudal entspringende Äste folgen teils Gefässen, teils dem Verlauf des R. mandibularis facialis um sich am unteren Rand des Mandibulare an der Haut zu verästeln. (Vgl. S. 84, 88, 89, 91).

Vgl. ferner S. 96, 101, 111, 107, 114.

Fam. **Hexanchidae** (Notidanidae).

Heptanchus cinereus (Gmelin).

T. I, F. 2—4. Textf. 8 S. 55 und 9, S. 75.

Gegenbaur 1872 p. 75, 191, 210. — Vetter 1874 Text und t. XIV f. 1; T. XV f. 5. — K. Fürbringer 1903, p. 379, 382, 385, T. XVII F. 12.

Material: Mehrere Exx. im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus in Heidelberg, Schnittserien durch Embryonen im Besitz des letzteren.

C_1d vgl. S. 8, 9, 11, 12, 30; M. praeorbitalis S 40—41, 94; Adductor mandibulae S. 54—56, 61; M. intermandibularis S. 75, 78. N.V_3 S. 84, 85, 89, 91. Vgl. ferner S. 102, Kap. VIII und S. 114.

Hexanchus griseus (Gmelin).

T. I, F. 5.

Gegenbaur 1871, p. 509, 512; 1872 p. 191. — K. Fürbringer 1903 p. 379.

Material: 1 grosser Kopf im Besitz des Herrn Prof. H. Braus in Heidelberg.

Über den C_1d und den M. praeorbitalis vgl. die oben für *Heptanchus* angeführten Stellen. — Add. mand. vgl. S. 56, 57; C_1mv S. 75, 78; N.V_3 S. 84, 85, 87, 88, 91. Vgl. ferner S. 102, Kap. VIII und S. 114.

Asterospondyli.

Fam. **Lamnidae** (incl. *Odontaspididae* und *Lamnidae*).

Odontaspis americanus (Mitch.).

T. III, F. 19.

Sagemehl 1885 p. 99—101.

Material: 1 (bereits stark zerschnittenes) Ex. aus dem Heidelberger Anatomischen Institut.

Über den Levator palatoquadrati (C_1d) vgl. S. 8, 10. Er entspringt zum geringeren Teil am Schädel hinter dem Postorbitalfortsatz, grösstenteils aber gleich dem C_2d an der Fascie der spinalen Muskulatur. Er zieht lateral- und ventralwärts zum oberen (abdentalen) Rand des Palatoquadratum, wo die Insertion lateral vom Spritzloch *(Spir)* beginnt und bis unter das

Auge reicht. Vorn berührt sie den Ursprung der vordersten Adductorfasern. Der Nerv verläuft oberflächlich auf dem Muskel.

M. praeorbitalis *(Pro)* vgl. S. 39, 48. Der Nerv *(Npro)* tritt an die vordere Hälfte des hinteren Bauches und sendet Äste in das Innere desselben. Einer von diesen liess sich durch die Sehne hindurch zum vorderen Bauch verfolgen (vgl. die gestrichelte Linie in der Fig.).

Adductor mandibulae *(Am)* vgl. S. 51, 62. Medial entspringt ein Teil der ventralen Fasern an der Mundschleimhaut. Der Ursprung am Oberkiefer umfasst nur eine verhältnismässig schmale Zone; der grösste Teil der bedeckten Fläche bleibt frei. Ebenso bleibt am Unterkiefer ein bedeutendes Stück der vom Muskel bedeckten Fläche frei von der Insertion.

Nerven vgl. S. 84, 92.

Mitsukurina owstoni Jordan.

T. III, F. 20; T. V, F. 63; Textf. 11 und 12, S. 76.

Material: c. 2 m 5 cm langes Ex. aus Japan, Sagamibai (Doflein). Zoologische Staatssammlung, München.

Charakteristisch für die Gattung ist vor allen Dingen die jedenfalls mit der mächtigen Ausbildung des Rostrums in Konnex stehende rostrale Verschiebung des Kieferapparats (vgl. S. 39, 115) sowie dessen völlige Emanzipation vom Kranium. Mit dem übrigen Skelett ist der Kieferbogen nur am hinteren Ende des Mandibulare verbunden, von welchem ein oberes und ein unteres starkes Ligament zum vorderen Ende des Hyoids zieht. Im Übrigen wird der Kieferapparat nur durch Muskeln, ferner durch die äussere Haut und die Mundschleimhaut in seiner Lage erhalten, woraus eine ausser'gewöhnlich grosse Beweglichkeit desselben resultiert. Dass einst eine Palatobasalverbindung existierte, beweist ein starker und fester bindegewebiger Strang *(Ppbs)*, der dorsal an der Grenze des 1. und 2. Viertels des Palatoquadratum entspringt (F. 20) und dorsocaudalwärts zieht um sich allmählich zu verjüngen und im Bindegewebe unterhalb der Nasenkapsel zu endigen.[1]

Levator palatoquadrati vgl. S. 32—33. — M. praeorbitalis (*Pro*) S. 39, 94. Während die Hauptmasse dieses Muskels sich an der Zwischensehne des Adductor mandibulae befestigt, inseriert eine kleine vordere Sehne an der Mitte des rostralen Randes des oberen Lippenknorpels. — Adductor mandibulae vgl. S. 51. Die ventrale (dentale) Hälfte des vom Muskel bedeckten Teils des Palatoquadratum bleibt frei von Ursprungsfasern. Die Insertion am Mandibulare reicht ventral (abdental) bis dicht an die Kante des Knorpels, nur hinten und in der

[1] Die starke rostrale Verschiebung der Kiefer scheint auch am Hyoidbogen eine eigentümliche Umbildung bewirkt zu haben, indem hier die Verbindung zwischen Hyomandibulare und Hyoid ein rostralwärts gerichtetes Knie bildet, während oberes und unteres Ende des Bogens mehr oder weniger stark caudalwärts gerichtet sind. Zu dieser Auffassung gelangte ich durch Abtasten der betreffenden Teile. Auf eine Präparation habe ich, mit Rücksicht auf die Kostbarkeit des Materials, verzichtet.

Nähe des Gelenks bleibt ein etwas breiterer verdickter Rand frei. Sie findet hauptsächlich caudo-ventral statt, und zwar ist der Knorpel hier auswärts etwas vorgewölbt. Vorn befestigen sich die Fasern nur an einer schmalen Randzone des vom Muskel bedeckten Teils.

Der M. intermandibularis *(C_1mv)* besitzt eine ansehnliche Ausdehnung (vgl. Textf. 11) geht aber, wie gewöhnlich, ohne Grenze in den C_2mv über. Der Ursprung (Textf. 12 C_1mv^0) geschieht teils an der ventralen (abdentalen) Seite des Mandibulare, teils oberflächlich an dem ventralsten Teil des Adductor mandibulae. Vorn durchflechten sich die Fasern auf kurzer Strecke (vgl. S. 79). Caudalwärts folgen zunächst ununterbrochene quere Fasern, dann, in etwa halber Länge des Mandibulare tritt eine mediale Raphe auf. Die vorderen unter den an diese tretenden Fasern gehören noch dem Gebiet des V an. Die Faserrichtung wird caudalwärts eine immer stärker deszendente.

Der $N.V_3$ ist (F. 63) innerhalb der Orbita dem V_2 durch Bindegewebe locker angeschlossen. — N. ad m. C_1 d vgl. S. 85. — Sehr früh zweigt der N. praeorbitalis ab (F. 20), der mit getrennten Ästen in den caudalen Teil des Muskels eintritt (S. 88). Ein zweiter, kleinerer Ast tritt medial an den Muskel. Der Hauptstamm des $N.V_3$ zieht medial vom M. praeorbitalis zum Add. mandibulae, um in dessen oberen Teil einzutreten und sich in ihm zu verzweigen. Am Unterkiefer kommt der Nerv wieder zum Vorschein, um sich in sensible Äste (symphysialwärts ziehende und einen articularwärts gerichteten) und in den R. intermandibularis aufzulösen. Hinsichtlich der Verzweigung des letzteren Astes vgl. Textf. 11.

Hier möge eine Einrichtung, welche wahrscheinlich antagonistisch gegen den M. intermandibularis wirkt, Erwähnung finden. An der internen Kante der abdentalen Seite des Mandibulare, vom M. intermandibularis bedeckt ist jederseits ein Knorpel (Textf. 12 *Cart. r. m.*) durch straffes Bindegewebe befestigt. Der Knorpel stellt eine ansehnliche Platte dar, die in zwei Zipfel ausgezogen ist, von denen der vordere, breitere, gerade medialwärts, der hintere, schlankere und spitzere mediocaudalwärts gerichtet ist. Ausser den die Basis des Knorpels an dem Mandibulare befestigenden Bindegewebszügen *(a)* ziehen Bandmassen vom caudalen Rand des Knorpels zum Rand des Mandibulare *(b)*. Rostralwärts ziehen an der Spitze des vorderen Zipfels entspringende Züge *(c)*, die getrennt den M. intermandibularis durchbohren und vorne an der Haut inserieren. Schliesslich ist ein sehniger Streifen *(Lig.)* zu erwähnen, der an der Haut dorsal vom Mundwinkel entspringt und auch mit der Spitze des mandibularen Lippenknorpels zusammenhängt, und oberflächlich über den Adductor mandibulae und den $N.V_3$ hinwegzieht um sich ventral in dem subcutanen Bindegewebe auszubreiten, das den M. intermandibularis bedeckt. Einzelne Zipfel dieses Bandes durchbohren den Muskel und befestigen sich an dem in Rede stehenden Knorpel in der Nähe von dessen medialem Rand. Da die Ursprungsstelle des Ligaments an der Schleimhaut des Mundwinkels beim Öffnen des Maules im Verhältnis zum Unterkiefer gehoben werden muss, ist es wahrscheinlich, dass dabei ein Zug auf den medialen Rand des Knorpels in lateraler und ventraler Richtung ausgeübt, und der Mundboden dadurch automatisch gesenkt wird.

Der fragliche Knorpel ist offenbar dem von K. Fürbringer (1903 p. 399) bei *Odontaspis* entdeckten homolog. Bei *Lamna glauca* finde ich dorsal von der Stelle, wo der N. intermandibularis an den gleichnamigen Muskel tritt ein kleines stabförmiges, abgeplattetes Rudiment

desselben Knorpels (bei dem untersuchten Ex., [vgl. unten!] 8 mm lang, 2 mm breit). Es ist durch Bandmassen dem Mandibulare fest angeschlossen und — wenigstens anscheinend, — funktionslos. Diese enge Befestigung des Knorpels am Mandibulare scheint mir einer Deutung desselben als Radius des Kieferbogens günstig zu sein, wenngleich ihr selbstredend keine entscheidende Bedeutung zukommt. (Vgl. im Übrigen K. Fürbringer l. c.).

Vgl. ferner S. 101.

Lamna (Isuropsis) glauca Müll. & Henle.

T. III, F. 21, 22.

Material: 68 cm langes Ex. aus Yokohama (Haberer). Zool. Staatssammlung, München.

Der Levator palatoquadrati (C_1d) ist breit (vgl. S. 8, 9). Der Ursprung findet teils an der Dorsalseite der Basis des Postorbitalfortsatzes, teils dahinter an der spinalen Muskulatur und mit einigen Fasern des caudalsten Teils an einem lateralen Vorsprung der Occipitalregion des Schädels statt, direkt unter dem vorderen Rand des C_2md. Die Insertion erfolgt mit einigen oberflächlichen Fasern am oberen Rand des Palatoquadratum, dorsal von der für den Adductor bestimmten Verbreiterung, die Hauptmasse des Muskels zieht jedoch schräg vorwärts, um sich ventral vom Postorbitalfortsatz an der abdentalen und inneren Seite des Palatoquadratum, dort, wo es sich zum Palatinteil verschmälert, zu befestigen.

M. praeorbitalis *(Pro)* vgl. S. 39. — Sehr eng mit diesem Muskel verwachsen ist der kräftige Adductor mandibulae *(Am)*. Er entspringt am dorsalen Teil der Aushöhlung des Palatoquadratum, während die Insertion den hintersten Teil des Mandibulare einnimmt, weiter vorn nur eine symphysialwärts schmäler werdende Randzone des vom Muskel bedeckten Teils. Die Zwischensehne durchsetzt den Muskel vorn vollkommen.

Der Intermandibularis (F. 22 C_1mv) gehört fast so weit caudalwärts, wie die Mundspalte reicht, dem Gebiet des N.V an. Vgl. S. 79 und Fig. 22.

Der N. praeorbitalis biegt am Eintritt des $N.V_3$ in den Add. mandibulae (S. 84) ventralwärts ab, vgl. S. 88, 93. Fasern für den Adductor sind ihm angeschlossen. (Es ist nicht ausgeschlossen, dass bei der Präparation ein zweiter Ast für den M. praeorbitalis durchschnitten wurde). — Über den N. ad m. intermandibularem vgl. S. 90, 91, und Fig. 22.

Alopias vulpes (Gmelin).

T. III, F. 23; Textf. 6, S. 40.

Material: 56 cm. langes Exemplar von embryonalem Aussehen, aber ohne Dottersack. Japan: Sagamibai (Doflein). Zool. Staatssammlung in München.

Über den M. spiracularis vgl. S. 9, 10, 12, 15, über den Levator palatoquadrati S. 33. Ventral sind beide deutlich von einander gesondert, doch deuten einige Fasern zwischen den beiden Muskeln noch auf die frühere Kontinuität hin.

Der M. praeorbitalis *(Pro)* ist lang und schlank (vgl. F. 23; Textf. 6). Er entspringt an dem Bindegewebe, das vor der Palatoquadratsymphyse das Kranium ventral bedeckt; die Muskel-

fasern erreichen hier an keiner Stelle den Knorpel. Der Muskel zieht caudalwärts und etwas lateralwärts und vereinigt sich dort, wo er den Adductor mandibulae erreicht, mit diesem, worauf sich die Fasern an der Zwischensehne befestigen. Am Mundwinkel haftet der Muskel ziemlich fest an der Haut.

Der Adductor mandibulae bietet nichts Auffallendes. — Ein beträchtliches Stück des Cmv gehört dem Gebiet des Trigeminus an (vgl. Textf. 6). — Der C_2mv überlagert caudal den Adductor mandibulae.

N. V_3 vgl. S. 83. — N. ad m. C_1d vgl. S. 85, 86; N. ad m. praeorbitalem S. 88.

Fam. Scylliorhinidae.

Die hierher gehörigen Formen verhalten sich hinsichtlich der vom Trigeminus versorgten Muskulatur im Wesentlichen sehr einheitlich. Eine grosse Variabilität zeigt sich nur inbezug auf die Lidmuskulatur (vgl. S. 17—20, 28—29), worin die Gattungen *Scyliorhinus* (incl. *Catulus* und *Cephaloscyllium*) und *Pristiurus* sich von einander unterscheiden.

Pristiurus melanostomus (Blainv.).

T. IV F. 30, 31.

Sagemehl 1885, p. 99—100.

Material: 1 Ex aus den Vorräten des Herrn Prof. H. Braus in Heidelberg.

Lidmuskeln vgl. S. 18—19. Der Levator palatoquadrati ist schmal und ziemlich kurz, sein proximaler Teil vom langen Processus postorbitalis (in der Abbildung ist die Spitze abgeschnitten!) bedeckt. Vgl. ferner S. 34.

Der M. praeorbitalis (F. 31 *Pro*, vgl. S. 37, 94) ist schlank und entspringt teils fleischig, teils mit dem dorsalen Rand folgender schlanker Ursprungssehne hinter der Nasenkapsel. Ein dünner Sehnenstrang zieht an das hintere (obere) Ende des mandibularen Lippenknorpels, während im Übrigen der Muskel ventral sehnig wird und sich an der Zwischensehne des Adductor mandibulae befestigt.

Letzterer Muskel *(Am)* zeichnet sich durch verhältnismässig geringe Höhe aus, wie denn überhaupt die starke dorsoventrale Abplattung des Kopfes naturgemäss ihr Gepräge auf die Form der Muskeln drückt. Die Zwischensehne ist gegen das Gelenk gerichtet (vgl. S. 51), erreicht dieses jedoch nicht. Der ventrocaudale Rand des Muskels ist vom C_2mv in relativ breiter Zone überlagert.

Die Raphe des M. intermandibularis reicht weit vorwärts, sodass an dem abgebildeten Ex. c. 8 mm vorn davon frei blieben. Die Trigeminusinnervation reicht jedoch bedeutend weiter caudalwärts.

Nerven, vgl. S. 83, 84. Der N. ad m. C_1d (*Nc*$_1$*d*) (S. 23, 86) trennt sich schon ventral vom R. maxillae sup. vom R. mandibularis ab und zieht lateral vom N.VII, diesem parallel und über den R. palatinus hinwegtretend zu dem von ihm innervierten Muskel. — An jener Stelle, wo der R. mandibularis den Adductor mandibulae zuerst erreicht,

entsendet er ventralwärts einen Ast, der sich bald wiederum in zwei Fädchen spaltet, deren vorderes, stärkeres (*Npro*) in den M. praeorbitalis eintritt (S. 88), während das hintere sich im rostralsten Teil des Add. mand. verzweigt. Ausserdem erhält der rostral vom $N.V_3$ gelegene Adductorteil zwei feine Fädchen bevor der Nerv im Muskel verschwindet. Etwas tiefer zweigt der starke R. ad m. add. mandibulae ab. Der $N.V_3$ wird nirgends von der Zwischensehne überbrückt. Bevor er diese erreicht, entsendet er caudalwärts einen Hautnerven. Die Unterkieferportion des Adductor mand. erhält noch ein dünnes hinteres Fädchen.

Pristiurus sp. 2.

Material: 1 Ex., 36 1/2 cm lang, aus Yokohama (Haberer). Zool. Staatssammlung, München.

Über die Lidmuskeln vergl. S. 18, 19. Die übrigen Muskeln im Wesentlichen wie bei *Pr. melanostomus*.

Pristiurus sp. 3 (n. gen.?).

T. IV, F. 28, 29.

Material: 63 cm. langes Ex. aus Yokohama (Haberer), Zool. Staatssammlung, München (z. T. bereits zerschnitten, rechts untersucht).

Lidmuskeln vgl. S. 17; M. praeorbitalis S. 36; $N.V_3$ S. 84. Im Übrigen verhält sich die Art wie die anderen *Pristiurus*-Arten.

Pristiurus canirostris (Gilb.).

[= *Scylliorhinus canirostris* Gilb.]

T. IV, F. 32.

Material: Ein 50 cm langes Ex. aus Yokohama (Haberer) aus der Zool. Staatssammlung in München.

Lidmuskeln vgl. S. 18.

Scylliorhinus stellare (L.).

T. III, F. 27; Textf. 15, S. 78.

Sagemehl 1885 p. 99 (*Scyllium*: ob *S. stellare* ist nicht angegeben). — Ridewood 1899.

Material: 1 Exemplar des Anatomischen Instituts in Heidelberg.

Über den Levator palatoquadrati vgl. S. 34; Lidmuskeln S. 19; M. praeorbitalis S. 37; Adductor mandibulae S. 51.

Der M. intermandibularis (Textf. 15) besitzt vorn eine lange Strecke, an der die Fasern direkt von dem einen Ramus des Unterkiefers zum anderen ziehen. Die rostrale Hälfte dieses Abschnitts wird vom $N.V_3$ versorgt, die caudale dagegen durch den N.VII, der sich grösstenteils medial am Muskel verzweigt, vorn jedoch ein Ästchen an die Aussenseite sendet.

Der $N.V_3$ (vgl. S. 83, 84) trennt sich innerhalb der Orbita unter sehr spitzem Winkel vom R. maxillae superioris, zieht in seiner Nähe schräg rostralwärts und biegt über dem dorsalen Rand der Pars palatina ventrocaudalwärts um. Dabei senkt er sich (F. 27) in den Adductor ein, um erst ventral von der Zwischensehne wieder zum Vorschein zu kommen. — Der $N.C_1d$ entspringt schon gleich nach der Trennung von dem N.VII (vgl. im Übrigen S. 22—23). Die übrigen motorischen Äste entspringen erst nachdem der NV_3 ventralwärts umgebogen ist: a) 4 feine Fädchen für den M. praeorbitalis (S. 88); b) ein starker caudaler Ast für den Adductor, sowie einige dünne Äste in verschiedener Höhe für denselben Muskel; c) der R.intermandibularis erst nachdem der $N.V_3$ wieder an der Oberfläche des Adductor erschienen ist. Letzterer Ast entsendet einen vorderen sensiblen Zweig und spaltet sich darauf T-förmig. Die beiden Schenkel treten in den M. intermandibularis ein; der hintere scheint auch sensible Fasern zu führen.

Scylliorhinus bürgeri (Müll. & Henle).

Material: 1 Ex. 42 1/2 cm lang, aus Yokohama (Haberer). Zool. Staatssammlung, München.

Stimmt hinsichtlich der Trigeminus-Muskulatur in allen wesentlichen Punkten mit *Sc. stellare* überein. (Über den Retr. palp. sup. vgl. S. 19; Lev. palatoquadrati S. 34; Add. mand. S. 51).

Scylliorhinus (Cephaloscyllium) umbratile Jord. & Fowler.

Material: 80 cm. langes Ex. Yokohama (Haberer). Zool. Staatssammlung, München (rechte Seite untersucht).

Im Wesentlichen wie *Sc. stellare* (Retr. palp. sup. S. 19). — Der M. intermandibularis erhält zwei dicht bei einander, ventral von dem Mundwinkel entspringende Äste des V_3, die sich bald mit einander vereinigen um sich darauf im Muskel zu verzweigen. Die einheitliche (der Raphe entbehrende) Strecke des letzteren ist verhältnismässig lang; sie reicht etwa ebenso weit caudalwärts wie die sehr grosse Mundspalte.

Scylliorhinus canicula (L.).

Vetter 1878, p. 471. — Ridewood 1899, p. 238—240, f. 6,7. — Drüner 1903, p. 558. — Chaine 1900, 155—157, t. VII, f. 7.

Material: Exx. aus den Vorräten des Anatom. Instituts in Heidelberg.

Im Wesentlichen wie *Sc. stellare*. Lidmuskeln vgl. S. 19. Den M. praeorbitalis fand ich etwas gedrungener, kürzer als bei *Sc. stellare*, seinen Ursprung zu geringerem Teil sehnig. Der M. intermandibularis ist breiter als dort, die Raphe reicht etwa ebenso weit rostralwärts.

Fam. **Carchariidae.**

Mustelus vulgaris Müll. & Henle.

T. IV, F. 33 - 37; Textf. 2, S. 21.

J. Müller 1845 p. 121, t. V, f. 1 (Art nicht angegeben). — Sagemehl 1885 (Art nicht angegeben). — Tiesing 1896, p. 89 - 97, t. VI, f. 8, 9 *(M. laevis)*. — Ruge 1896, f. 5, p. 228; f. 6 p. 229; f. 8 p. 231 *(M. laevis)*. — Ridewood 1899, p. 230—233, f. 1—2 *(M. vulgaris)*. — Allis 1901 p. 174 — 182, t. 11—12, f. 4—5 *(M. laevis)*.

Material: 1 Ex. aus den Vorräten des Herrn Geheimrat Prof. Dr. M. Fürbringer. — Verschiedene in Alkohol konservierte Embryonen aus der Vorräten des Anatomischen Instituts in Heidelberg. — 2 grosse, frische Köpfe aus Triest *(M. laevis?)*.

Lidmuskeln vgl. S. 20—23, 28, 29. — Der Levator palatoquadrati (F. 33, 35, 36 *Lp*; vgl. S. 34—36) stellt einen kräftigen, fast viereckigen Muskel dar, der ventral vom Proc. postorbitalis und caudal von demselben in einer Grube der Labyrintregion (Tiesing) fleischig, nur ganz hinten mit kleinem Sehnenzipfel, entspringt. Die Fasern ziehen einander annähernd parallel ventralwärts und nach aussen zum caudalsten (articularen) Teil des Palatoquadratum, an dessen dorsalem Fortsatz (vgl. Fig. 33) sie sich befestigen.

Der Ursprung des M. praeorbitalis (vgl. S. 37 u. F. 33, 34 *Pro*) findet fleischig am ventralen Rand des Proc. praeorbitalis, an der caudalen Wand der Nasenkapsel (Rostralseite der Orbita) statt, ferner der Ethmoidalkapsel folgend und ventralwärts sie umziehend bis unter den medialen Winkel des Nasenlochs, wo der Muskel sehnig wird und als plattes Band sich an dem medialen Knorpel befestigt. Vom Adductor mandibulae ist der Muskel nur ganz unvollständig getrennt. Distalwärts geht er in eine oberflächliche Sehne über, die teils in die Zwischensehne des Adductor mandibulae (F. 34 *Zs*) übergeht, teils an der lateralen (äusseren) Seite des Adductor ausstrahlt. Die Zwischensehne des Adductor zeigt — wohl unter dem Einfluss des Zuges des Praeorbitalis, — eine deutliche Faserung in rostrocaudaler Richtung. Eine direkte Fortsetzung der Fasern des M. praeorbitalis in diejenigen des Adductor mandibulae bis zum Unterkiefer (Tiesing 1896 p. 84) findet dagegen nicht statt.

Add. mandibulae vgl. S. 51.

Der Bau des M. intermandibularis geht aus Fig. 34 *(C_1mv)* hervor. Der caudale Teil des vom N.V_3 innervierten Abschnitts überlagert, ebenso wie der *C_2mv* den Adductor an dessen ventromedialem Rand.

Über den N.V vgl. S. 83; N. ad m. C_1d S. 22—23 u. F. 33, 36 *Nc_1d*. — Der R. mandibularis ist bis zum Rand des Palatoquadratum dem R. maxillaris superior dicht angeschlossen (vgl. F. 33).[1] Gleich nachdem der V_3 über diesen Rand getreten ist zweigt rostral ein sich bald gabelnder Ast für den M. praeorbitalis ab (S. 88, 92—94; F. 33, 34 *Npro*); nahe darunter, ebenfalls vorn, ein dünner zweiter Ast für denselben Muskel. Beide Äste waren plexus-artig mit einander verbunden. In einem anderen Fall war nur ein Nerv für diesen Muskel vorhanden. — Der R. ad m. add. mand. ist sehr dick — dem übrigen N.V_3 an Stärke fast gleichkommend. Er kann auch durch einen

[1] Tiesing t. V, f. 1 und 5 bezeichnet irrtümlich den R. palatinus des Facialis als V_3. In ersterer Figur ist der richtige R. mandibularis wiedergegeben, aber nicht als solcher bezeichnet.

doppelten Nerven (F. 34) repräsentiert sein. Ventral davon entspringen noch einige feine Fädchen für denselben Muskel. — Etwas vor der Umbiegungsstelle des V_3 caudal vom Mundwinkel zweigen 2—3 caudalwärts gerichtete Hautäste ab (F. 34 *s*). — Der R. intermandibularis (*Nc_1mv*) ist relativ kräftig.

Triakis scyllium Müll. & Henle.

T. IV, F. 38.

Ridewood 1889, p. 233 *(Tr. semifasciata).*

Material: 40 cm langes Ex. aus Yokohama (Haberer). Zoolog. Staatssammlung, München.

Lidmuskeln vgl. S. 23, 28, 29. Levator palatoquadrati S. 34—35. M. praeorbitalis. S. 37. Adductor mandibulae S. 51. Truncus maxillo-mandibularis S. 83. Im Ganzen ist die Muskulatur derjenigen von *Mustelus* ausserordentlich ähnlich.

Galeus galeus (L.).

Textf. 17 A—C, S. 98—99.

J. Müller 1845, p. 121—122. — Vetter 1878, p. 471. — Sagemehl 1885 p. 99—100. — Allis 1897. — Ridewood 1899, 233—234.

Material: Teil eines grossen Kopfes (Schnauzenspitze bis Spritzloch 17 cm) aus Messina, Prof. Braus; 2 grosse Köpfe und 1 kleines Ex. aus Triest (frisch) durch Herrn Prof. Dr. C. Cori.

Lidmuskeln vgl. S. 23. Levator palatoquadrati S. 35. — Funktion der Muskeln vgl. Kap. VII.

Carcharias.

Stannius 1846, p. 47 *(Carcharias).* — J. Müller 1845, p. 121—122, t. V, f. 2. — Owen 1866, p. 213, fig. 132 *(Squalus glaucus)* [1]. — Vetter 1877, p. 471 *(Prionodon glaucus).* — Sagemehl 1885, p. 101 *(Carcharias).* — Allis 1897 *(Carcharinus).* — Ridewood 1899 *(C. laticaudus, C. acutus).*

Carcharias (Scoliodon?) sp.

T. IV, F. 39; Textf. 4, S. 24.

Material: 1 Embryo, 37 $^1/_2$ cm lang (teilweise zerschnitten) Yokohama (Haberer). Zool. Staatssammlung, München.

Über die Lidmuskeln vgl. S. 24—25; Levator palatoquadrati S. 35; M. praeorbitalis S. 37; Add. mand. p. 51.

Der M. intermandibularis (V) (C_1mv) scheint in seiner ganzen Ausdehnung eine mediane Raphe zu besitzen, wenigstens sind die Fasern hier sehr fest einem sie bedeckenden Bindegewebsstreifen angewachsen. Das Gebiet des Trigeminus konnte ich mit Sicherheit

[1] Vermutlich garkein *Charcharias*, sondern ein Squalide.

c. 8 mm. weit caudalwärts verfolgen. Während der C_1mv überall am Mandibulare entspringt, überlagert der C_2mv in ausgedehntem Maasse den Adductor mandibulae.

Hinsichtlich der Nerven sei erwähnt, dass der N. ad m. C_1d ganz und gar medial von dem Levator palatoquadrati verläuft, wobei er diesem Muskel zahlreiche Äste abgiebt. Nur den dorsocaudalsten Zipfel des Muskels durchbohrt er um sich an dem Levator palpebrae nictitantis in mehrere Äste zu verzweigen, die in den Muskel eindringen. Die Äste für die rudimentären Muskeln treten dort, wo diese den Levator palp. nict. überlagern, aus dem letzteren wieder heraus, u. z. fand ich drei solche Ästchen. — N.ad m. praeorb. S. 88.

Carcharias (Prionodon) glaucus (L.).

Textf. 3, S. 24; 5, S. 25.

Material: 1 Embryo im Besitz des Herrn Geheimrat M. Fürbringer.

Nur die Lidmuskeln wurden näher untersucht; vgl. S. 24—25.

Sphyrna.

J. Müller 1845, p. 122 , t. V, f. 3. — Vetter 1877, p. 471 *(Sphyrna malleus)*. — Sagemehl 1885, p. 100 *(Sphyrna)*. — Ridewood 1899, p. 236—238, f. 5 *(Zygaena tudes)*. — Chaine 1900, 158—159, t. VII, f. 12 *(Z. malleus)*.

Sphyrna zygaena L.

T. IV, F. 40—41.

Material: 1 Prof. H. Braus gehörendes Exemplar aus Neapel.

Lidmuskeln vgl. S. 25—27; Levator palatoquadrati S. 35; M. praeorbitalis S. 37. — Am Adductor mandibulae (F. 41 *Am*) wird die geringe Höhe der Kiefer dadurch kompensiert, dass die ganze vom Muskel bedeckte Fläche ihm als Ursprung dient, und dass Fasern sogar an der ventralen Kante des Quadratteils entspringen. Der Muskel erscheint lateralwärts stark vorgewölbt. Über die Zwischensehne vgl. S. 51. In der Nähe des Mundwinkels entspringt ein Teil der medialen Fasern nicht am Palatoquadratum, sondern an der Mundschleimhaut, welche daher an dieser Stelle eine abwärts gerichtete Falte bildet. Ein beträchtlicher Teil des Adductors ist vom C_2mv bedeckt. Letzterer geht in eine dem Kiefermuskel oberflächlich lose aufliegende Fascie über.

M. intermandibularis *(C_1mv)* vgl. S. 77. Es scheint hier das Gebiet des N. ad m. C_1mv mit dem der Raphe entbehrenden zusammenzufallen.

Der N.c_1d (F. 40) zweigt sich schon innerhalb des Knorpels ab und zieht zwischen dem Levator palatoquadrati und dem C_2d dem Facialis parallel ventral vom Postorbitalfortsatz nach aussen, wobei er unterwegs dem Lev. palatoquadrati Zweige abgiebt. Im weiteren Verlauf folgt er der caudalen Seite des M. levator palpebrae nictitantis, den er versorgt, und tritt

distal mit diesem auf die Ventralseite des Knorpels. — Der Hauptstamm des N.V_3 zieht schräg laterocaudalwärts über den oberen Rand des Palatoquadratum um dann bald in den Muskel einzutreten. Ehe letzteres geschieht, giebt er dem M. praeorbitalis drei Äste ab. Innerhalb des Add. mand. entsendet der V_3 ein Paar dünne Äste und kurz bevor er die Zwischensehne *(Zs)* erreicht einen starken caudalen motorischen Ast, ferner einen caudalwärts gerichteten Hautast. Dann durchbohrt der Stamm die Zwischensehne und tritt unterhalb derselben an die Oberfläche (F. 41, V_3). Über den vordersten Teil des Adductor sendet er medialwärts den schwachen R. intermandibularis, der sich an der Oberfläche des Muskels spaltet bevor er in ihn eintritt. (In der Fig. 41 ist er zu dick gezeichnet). — Vgl. ferner S. 111.

Sphyrna blochii Cuv.

T. IV, F. 42.

Material: 1 Ex. aus den Vorräten des Anatomischen Instituts in Heidelberg (mangelhaft erhalten).

Lidmuskeln S. 25—27. — In Übrigen finde ich keine wesentlichen Abweichungen in der Muskulatur im Vergleich mit der vorigen Art. — (Proc. postorbitalis vgl. S. 111 Anm.).

Fam. **Orectolobidae.**

Chiloscyllium punctatum Müll. & Henle.

T. III, F. 24, 25; Textf. 13, S. 77.

Sagemehl 1885, p. 99—101.

Material: 1 Ex. aus den Vorräten des Anatomischen Instituts in Heidelberg, aus Batavia (Hubrecht) stammend.

Der Levator palatoquadrati *(Lpl)* — hier physiologisch richtiger als Retractor zu bezeichnen, — wurde S. 12, 33 besprochen, der Spiracularis S. 16. Auch der Add. mand. wurde S. 51—52,54 ausführlich besprochen, ebenso der Präorbitalis S. 38. — Hinsichtlich des Intermandibularis (Textf. 13 C_1mv), sei dem S. 77 gesagten noch hinzugefügt, dass eine hinten breite dreieckige Aponeurose den grösseren caudalen Teil des Muskels in der Mitte spaltet. Diese Sehnenplatte, die sich auch weiter caudalwärts ausdehnt, ist dünn, durchscheinend, und mit dem tiefen Constrictor verwachsen. Der ungeteilte vordere Abschnitt umfasst etwas mehr als $^1/_3$ der Länge des Muskels.

Der Truncus maxillo-mandibularis tritt zusammen mit dem N.VII aus dem Kranium, ist jedoch nicht fest mit ihm verwachsen (S. 83). Gleich darauf zweigt der sich bald in mehrere dünne Äste spaltende N. ad m. C_1d. ab (S. 86). Am vorderen Rand der Orbita biegt der relativ starke Ast für den M. praeorbitalis ab (S. 88) und der Truncus spaltet sich, wobei der R. max. sup. oberflächlich auf den Muskel tritt, während der R. mandibularis in die Tiefe des Adductors dringt (S. 84). Er giebt dort caudalwärts den starken, sich bald in feine Äste auflösenden R. ad. m. adduct. mandibulae ab und kommt ventral vom Mundwinkel wieder zum Vorschein. Hier entspringt der R. intermandibularis (Textf. 13 Ne_1mv), während der Rest des Nerven unter starker

Verzweigung zum Unterkiefer zieht. Der N. ad m. C_1mv sendet schräg caudalwärts einen sensiblen Hautast (*s*), der sich ventral vom M. intermandibularis verzweigt. Der übrige Nerv anastomosiert nach Abgabe eines kleinen vorderen und eines langen hinteren Astes mit dem gegenüberliegenden.

Vgl. ferner S. 110, 113.

Fam. **Heterodontidae.**

Heterodontus philippii Bl. Schn.

T. III, F. 26.

Sagemehl 1885 p. 99, 101 *(Cestracion)*.

Die gewaltige Entwickelung des zum Zermalmen hartschaliger Tiere eingerichteten Kieferapparates[1] und des Adductor mandibulae (incl. M. praeorbitalis), die rostrale Lage dieses Apparats, der sich kaum weiter caudalwärts erstreckt als der hintere Rand der Orbita, ferner der kleine Mund geben dem Kopf seinen eigentümlich plumpen Habitus (vgl. S. 113).

Über den C_1d vgl. S. 8, 10, 12; M. spiracularis S. 15—16; Levator palatoquadrati S. 33.

Dem S. 37—38 über den M. praeorbitalis gesagten seien hier noch einige Details hinzugefügt. Der Ursprung erstreckt sich von der Nasenkapsel dem dorsolateralen Rand des Kraniums folgend und hier eine Vertiefung ausfüllend caudalwärts, tritt an der ventralen Seite des Präorbitalfortsatzes in die Orbita, wo er den M. obliquus inferior caudal umfassend bis zum Obliquus superior reicht, und erstreckt sich caudalwärts bis zum Opticusloch. Ausserdem wird die Ursprungsfläche direkt rostral von dem eigentlichen Adductor mandibulae durch eine oberflächliche Aponeurose vergrössert. Diese letztere erstreckt sich, stärker werdend, schräg caudalwärts und ventralwärts unter die Portion Add. γ, wo sie bald aufhört.

Der Adductor mandibulae wurde S. 52—54 ausführlich besprochen.

Der M. intermandibularis war bei dem untersuchten Exemplar bereits zerschnitten (Vgl. die folgende Art!).

Der $N.V_3$ (S. 83, 84) zieht, dem R. maxillae superioris eng anliegend, am Boden der Orbita schräg rostro-lateralwärts um sich ventral vom vorderen Augenwinkel um den Rand des Palatoquadratum zu biegen und sich ventralwärts zu wenden. Der Hauptstamm zieht anfangs zwischen M. praeorbitalis und Adductor mandibulae, dann unter einem Teil des letzteren mit dem Add. γ hindurch ventralwärts um am Unterkiefer wieder zum Vorschein zu kommen. Schon bald nach dem Austritt aus dem Knorpel entsendet der $N.V_3$ den N. ad m. C_1d, welcher unter fast rechtem Winkel vom ventralen Teil des Stammes abbiegt. Er teilt sich bald in zwei Äste, die unter weiterer Ramifikation die Muskeln versorgen (S. 86).

Gleich nach der Umbiegung über den Rand des Palatoquadratum entsendet der $N.V_3$ ein Paar Zweige rostralwärts, die in den Praeorbitalis eindringen (S. 88). Ein weiterer, an derselben Seite entspringender, aber mehr ventralwärts gerichteter Ast für das Grenzgebiet von M. praeorbitalis und Adductor mandibulae und oberflächliche Portionen des letzteren folgt; er ist anfänglich mit einem bis in die Gegend des Kiefergelenks verfolgbaren, wahrscheinlich sensiblen

[1] Im Darm des untersuchten Exemplars fanden sich Reste eines Echiniden und eines kleinen Brachyuren.

Ast verbunden. Distal folgen noch einige Nervenfädchen für die ventralen Teile des M. praeorbitalis. Der Hauptast für den Adductor mandibulae entspringt gleich nachdem der $N.V_3$ über den oberen Rand des Palatoquadratum hinübergetreten ist. Er zieht in der Tiefe ventralwärts. In derselben Gegend entspringen zwei schwächere oberflächliche Fädchen, von denen wenigstens der eine den dorsalen Teil innerviert.

Der N. intermandibularis war bei dem untersuchten Ex. durchschnitten.

Vgl. ferner S. 102.

Heterodontus japonicus (Duméril).

Textf. 14, S. 77.

Material: Das untersuchte Ex. (31 cm lang) stammte aus der Ausbeute Prof. Doflein's und war bei Aburatsubo in der Sagamibucht gefangen.

Eine flüchtige Untersuchung des C_1d, M. praeorbitalis und Adductor mandibulae ergab dieselben Verhältnisse wie bei *H. philippii*.

Der M. intermandibularis (Textf. 14 C_1mr) ist stark reduziert (vgl. S. 77—78). Er beginnt erst hinter der Symphyse und besitzt überall eine breite mittlere Sehnenplatte. Nur wenige vorderste Fasern gehören dem Gebiet des Trigeminus an. Die Fasern entspringen am medialen abdentalen Rand des Mandibulare und ziehen ziemlich gerade medialwärts.

Cyclospondyli.

Fam. **Squalidae.**

Echinorhinus spinosus (Gmelin).

Taf. I, F. 6, 7.

K. Fürbringer 1903 p. 379—386, t. XVI, f. 8; t. XVII f. 13.

Material: Kopf eines grossen Exemplars aus Messina, Prof. H. Braus in Heidelberg gehörig. Dasselbe Ex. diente bereits K. Fürbringer (1903) zu seinen Untersuchungen.

M. C_1d. Der sehr breite und gänzlich ungeteilte Muskel (vgl. S. 8—9) hat annähernd trapezförmige Gestalt. Er entspringt in gewöhnlicher Weise hinter der Basis des Postorbitalfortsatzes (die vordersten Fasern noch von ihm bedeckt) an der Labyrintregion. Die hintersten Fasern ziehen laterocaudalwärts (dabei aber nur wenig ventralwärts), wobei sie zwar den Spritzlochkanal und den Spritzlochknorpel berühren, von ihnen aber nur wenig beeinflusst werden (vgl. S. 9). Rostralwärts gewinnen die Fasern sukzessive eine mehr rostroventrale Richtung. Die Insertion nimmt einen kontinuierlichen Streifen am abdentalen (dorsalen) Rand des Palatoquadratum ein, u. z. erstreckt sich der Muskel vom Postorbitalfortsatz überdacht bis etwas (an dem untersuchten Ex. c. 1 cm) hinter den Palatobasalfortsatz.

Der M. praeorbitalis F. 6 Pro^0, Pro^i; (vgl. S. 39—40) bildet einen mit sehr schlanker Sehne entspringenden, mässig starken, spindelförmigen Bauch, der caudal in eine breite, platte Sehne übergeht, welche sich am vorderen Ende der Zwischensehne des Adductor befestigt. Das von K. Fürbringer (l.c.) abgebildete, den rostralsten Teil des Adductorursprungs mit

dem vorderen Teil des M. praeorbitalis verbindende Bündel von Muskelfasern ist auf der von mir untersuchten linken Seite nicht vorhanden, stellt also wohl eine ganz zufällige Aberration ohne tiefere morphologische Bedeutung dar.

Der Adductor mandibulae wurde bereits S. 57, 58, 59, 61, und 64, 96 (Fussnote) besprochen.[1] — Über eine Aberration an den unteren Lippenknorpel vgl. K. Fürbringer p. 380.

Über den M. intermandibularis vgl. S. 77 und F. 6 *C_1mv*.

Die Abspaltung des $N.V_3$ von dem übrigen Trigeminus erfolgt gleich beim Austritt aus dem Foramen trigemini. Der Nerv für den Levator palatoquadrati liegt eine Strecke weit (bis zum Rand des Muskels) dem Hauptstamm durch Bindegewebe locker angeschlossen, lässt sich aber leicht von ihm trennen (bis kurz nach dem Austritt aus dem Trigeminusloch). Es folgen zunächst ein Paar sensible (sensorische?) caudalwärts über den Levator palatoquadrati hinwegziehende Äste. An jener Stelle, wo der $N.V_3$ den Adductor erreicht, entsendet er in denselben 3 dicht bei einander entspringende starke caudale Äste, die diesen Muskel versorgen, während in gleicher Höhe rostralwärts der Ast für den M. praeorbitalis entspringt. Letzterer verzweigt sich an der caudalen Hälfte des Muskels und dringt dann in ihn ein. Etwas tiefer entspringt noch ein feines, denselben Muskel versorgendes Fädchen (vgl. S. 88). — An der Stelle, wo der $N.V_3$ um den Mundwinkel biegt, giebt er der Haut desselben einen kleinen vorderen Ast ab. Etwas tiefer entspringen an der caudalen Seite des Stammes drei sensible Nerven dicht über einander, von denen die beiden oberen caudalwärts und ventralwärts ziehen und sich lateral vom Adductor verzweigen, während der untere in ventralwärts gerichtetem Bogen rostralwärts zum Unterkiefer zieht, wo er sich mit den übrigen sensiblen Nerven dieser Gegend verbindet. Dann wendet sich der Hauptstamm rostralwärts, entsendet einen schwächeren caudaleren und einen stärkeren rostraleren R. intermandibularis (*Nc_1mv* vgl. S. 90, 91) und tritt, sich verästelnd, über den mandibularen Lippenknorpel um sich an Haut und Zähne des Unterkiefers zu verzweigen.

Centrina centrina (L.).

T. II, F. 16.

K. Fürbringer 1903 p. 379, 385, 388; t. XVI, f. 3 *(C. salviani)*.

Material: 52 cm langes Exemplar im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus in Heidelberg.

Der C_1d entspringt einheitlich an der Labyrintregion ventral von einem hinter dem Postorbitalfortsatz befindlichen niederen Vorsprung, und zwar die vorderen Fasern kurzsehnig. Infolge der distalwärts eintretenden Spaltung (vgl. S. 11) schaut zwischen den beiden Tochtermuskeln die verdickte Basis des Spritzlochknorpels hervor. Der M. spiracularis *(Msp)* inseriert etwas symphysial von dem retroarticularen Vorsprung des Palatoquadratum, der Levator palatoquadrati *(Lp)* dorsal von dem vordersten Teil des Adductor mandibulae.

M. praeorbitalis vgl. S. 42—43, 44, 47, 48.

[1] Ein starkes, sehniges Band zieht von der Zwischensehne des Adductor mandibulae über den $N.V_3$ und den Labialbogen hinweg zur Haut des Unterkiefers in der Nähe des Mundwinkels.

Der Adductor mandibulae *(Am)* ist kurz und gedrungen aber kräftig. Er entspringt teils fleischig teils sehnig im Umkreis des für die Squaliden charakteristischen Proc. muscularis, welcher hier auffallend weit articularwärts verschoben ist, sodass er dorsal vom Gelenk liegt. Von hier aus strahlen die Fasern gegen die äussere Fläche des Unterkiefers auseinander um daselbst zu inserieren. Vgl. ferner S. 61, 62, 74.

Am äusseren, retroarticularen Rand des Palatoquadratum sowohl wie des Mandibulare entspringt in Kontinuität mit dem Adductor mandibulae der Adductor γ. Er befestigt sich an der subcutanen Fascie, wobei sich besonders feste, an den Postorbitalfortsatz (vgl. S. 59, 63), das obere und untere Lid ziehende Züge herausgebildet haben. Diese kreuzen sich derart, dass die mehr ventralen Muskelfasern in die beiden zuerst erwähnten Sehnen, die mehr dorsalen aber in den lateral von den Letzteren gelegenen Sehnenstrang für das untere Lid übergehen. — Über den hinteren oberen Fortsatz des Palatoquadratum zieht die Sehne des Add. γ wie über eine Rolle.

M. intermandibularis vgl. S. 91 Anm.

Der N.V_3 giebt gleich nach dem Austritt einen sich rasch verzweigenden Ast für den C_1d ab *(Nc_1d)*, der in der Hauptsache lateral verläuft. Caudal wird dann der mächtige Ast für den Adductor *(Nam)* abgegeben, ferner ein kleiner Ast für denselben Muskel. Über die Nn. ad m. praeorbitalem vgl. S. 42, 87, 88. — 2 caudale Äste des V_3 ziehen ventral symphysialwärts, scheinen sich jedoch an der Haut ventral vom Mandibularknorpel zu verzweigen; wenigstens gelang es mir nicht Äste für den M. intermandibularis aufzufinden; vgl. S. 76 Anm.

Somniosus microcephalus Bl. Schn. (*Lacmargus borealis* Müll. & Henle).

T. II, F. 15; Textf. 7, S. 43.

Material: Ein aus Norwegen (Tromsö) stammender Kopf, im Besitz des Herrn Prof. Dr M. Fürbringer.

Der C_1d besitzt eine bedeutende Ausdehnung. Er entspringt seitlich an der Labyrintregion, mit einigen Fasern noch an dem ventralen Rand eines hinter dem Postorbitalfortsatz befindlichen kleinen Vorsprungs des Kraniums. Gegen die Insertion breitet er sich stark aus. Während die vordersten Fasern schräg rostro-ventralwärts gerichtet sind, ziehen die mittleren fast vertikal ventralwärts. Im caudalsten Teil tritt eine Spaltung ein, indem ein sehniger Insertionszipfel des C_2md zwischen den beiden Insertions-Teilen des C_1d hindurch zur Innenseite des Quadratum zieht. Die rostroventral von dieser Sehne inserierenden Fasern entspringen noch oben, an der dorso-lateralen Kante des Schädels, die an der Insertion dorsal über die Sehne tretenden Fasern dagegen entspringen mehr ventral, die caudalsten Fasern mit langer Sehne am weitesten ventral. Diese caudalsten Fasern verlaufen, den Spritzlochkanal umziehend, erst dorsalwärts, dann caudal- und etwas ventralwärts, so als M. spiracularis wirkend. — Die Insertion des C_1d geschieht am dorsalen Rand des Palatoquadratum unmittelbar vor (symphysial) und medial von dem Adductor mandibulae beginnend, dann auf die Medialseite des Knorpels übertretend und reicht bis kurz vor das Gelenk. Vgl. ferner S. 12 Anm.

Der mächtige M. praeorbitalis (*Pro*) entspringt fleischig am Schädel in einer Grube, die eine Fortsetzung der Orbita darstellt und rostral von der Nasenkapsel, medial von der Basis cranii begrenzt wird. Der Muskel zieht ventral von der Orbita caudal- (articular-) wärts. Vgl. im Übrigen S. 42, 43, 44, 48.

Der Adductor mandibulae (*Am*) ist sehr kräftig. Er entspringt in seiner symphysialen Hälfte grösstenteils an der Medialseite des Palatoquadratum. Die Fasern steigen erst dorsorostralwärts und etwas lateralwärts an, treten über den oberen Rand des Palatoquadratum vor dem Vorsprung (*Pq* F. 15) und wenden sich dann (S. 57) ventralwärts, um mittelst der S. 58 erwähnten Aponeurose an dem ventralen Rand des Mandibulare zu inserieren. Diese Fasern ziehen alle lateral über den N. ad m. add. mand. hinweg. Nur ein kleines Bündel entspringt vorn einigermassen selbständig am dorsalen (abdentalen) Rand des Oberkiefers und zieht medial vom erwähnten Nerven caudal- und ventralwärts um sich mit der übrigen Muskelmasse zu vereinigen. Caudal gehen beide erwähnten Fasergruppen in den articularen Teil des Adductor über, der an der dorsalen Hälfte der äusseren Fläche des Quadratteils entspringt, während die ventrale Hälfte frei bleibt. — Die lateralsten Fasern werden durch einen kleinen Sehnenspiegel unterbrochen, gegen den sie von dorsal, caudal und ventral konvergieren. — Das dorsale Übergreifen des Muskels auf die Innenseite des Palatoquadratum wie auch die angeführte Art der Insertion ermöglichen trotz der niedergedrückten Gestalt des Kopfes eine bedeutende Längenentfaltung der Muskelfasern.

Der sehr selbständige Adductor γ (vgl. S. 59, 63) entspringt am dorsalen Rand der Pars Quadrata zwischen dem Gelenk und dem Proc. muscularis und greift mit seinem Ursprung etwas auf die Medialseite des Oberkiefers über. Er setzt sich rostralwärts in eine Aponeurose fort, die über den Proc. muscularis hinweg rostralwärts zieht. Einen Teil der Fasern konnte ich zum Proc. postorbitalis verfolgen, dagegen blieben die Beziehungen zum Auge ungewiss (wegen unvollständiger Erhaltung des Exemplars). Einen schwachen Zuwachs erhält der Add. γ durch Fasern, die retroarticular an der lateralen Fläche des Mandibulare entspringen.

Der M. intermandibularis (vgl. S. 77) entbehrt vorn auf ganz kurzer Strecke einer medialen Raphe (vgl. Textf. 7 C_1mv) sonst ist dieselbe gut ausgebildet und zwar verbreitert sie sich caudalwärts keilförmig. Die Fasern des Muskels entspringen kurzsehnig (auf der Figur nicht sichtbar).

Hinsichtlich der Nerven, die an dem untersuchten Ex. nur unvollständig erhalten waren, verweise ich auf die Figuren, sowie auf die vereinzelten S. 88 und 90 gemachten Angaben.

Scymorhinus lichia (Cuv.).

T. II, F. 11; Textf. 1, S. 13.

Vetter 1874 *(Scymnus l.)*. — K. Fürbringer 1903 p. 379, 383; t. XVI, f. 10 *(Scymnus l.)*. — Burckhardt 1907 p. 305—306 (55—56), t. I, f. 2; t. II, f. 3 *(Scymnus l.)*.

N:o 3.

Material: 2 Exemplare im Besitz des Herrn Prof. Dr. M. Fürbringer (beide Exx. in dem hier in Frage kommenden Gebiet mehr oder weniger stark lädiert); 1 Kopf aus dem Mittelmeer, Herrn Prof. H. Braus gehörend.

Der M. spiracularis *(Msp)* und der Levator palatoquadrati *(Lp)* sind etwas schärfer von einander unterschieden als bei *Squalus* und bilden mit einander einen fast rechten Winkel, doch gehen sie ventromedial in einander über. Sonst kann ich die Beschreibung bei Vetter (1874 p. 427—428) bestätigen. Vgl. ferner S. 10, 12—13.

Des M. praeorbitalis *(Pro, Prov)* wurde bereits S. 42, 43, 44, 48 gedacht; des Adductor mandibulae S. 57, 58, 63.

Der M. intermandibularis *(C_1mv)* entbehrt im rostralsten Teil, bis etwa ebenso weit caudalwärts wie der ventrale Abschnitt des M. praeorbitalis reicht, einer medialen Raphe; weiter hinten ist sie gut ausgebildet. Eine ansehnliche Strecke wird vom $N.V_3$ versorgt.

$N.V_3$. Schon innerhalb des Knorpels löst sich der Nerv für den C_1d ab. Über den N. ad m. praeorbitalem vgl. S. 87. Bei der Umbiegung um den Palatinfortsatz entspringt der sehr starke N. ad m. add. mandibulae *(Nam)*, welcher nach Abgabe verschiedner kleinerer Äste sich im caudalen Teil des Muskels in 2 Äste spaltet, deren oberer hauptsächlich die am Quadratum entspringenden Fasern versorgt, der untere die mandibularen Fasern. Der Nerv für den ventralen Bauch des M. praeorbitalis löst sich vor dem Eintritt in den Muskel in mehrere Zweige auf, ebenso der N. intermandibularis (auf der Fig. 11 nicht sichtbar).

Centroscymnus sp.

T. II, F. 10.

Material: c. 70 cm langes Ex. aus Yokohama (Haberer). Zool. Staatssammlung, München.

Der C_1d (vgl. S. 10, 12) ist kontinuierlich und von dem für die Squaliden typischen Bau.

Die Zweibäuchigkeit des M. praeorbitalis *(Pro, Prov)* wurde S. 43 und 44 besprochen. Der rostrale Bauch entspringt sehr nahe der Mittellinie und ist von dem antimeren Homologon nur durch eine schmale Knorpelcrista getrennt; im Übrigen verhält er sich ganz ähnlich wie bei *Scymnorhinus*. — Die Insertion des ventralen Bauches erfolgt an der Aussenfläche des Mandibulare, greift sogar etwas auf den abdentalen Rand über.

Der Add. mandibulae *(Am)* ist stark und gedrungen. Nur auf kurzer Strecke existiert hinter der Mundspalte etwa im mittleren Drittel des Abstands vom Mundwinkel zum caudalen (articularen) Rand des Muskels eine wenig tief eindringende Zwischensehne *(Zs)*, die sich hinten ein wenig an der Oberfläche aponeurotisch ausbreitet (Vgl. S. 58). Gegen diese konvergieren auch die Fasern vom caudalen und ventralen Rand des Muskels, während der dorsocaudale Teil des Muskels den Add. γ bildet. Vgl. über diesen S. 59.

Der Intermandibularis *(C_1mv)* besitzt nur eine sehr kurze vordere raphelose Strecke (c. 1 cm). Das Gebiet des $N.V_3$ reicht etwa so weit caudalwärts wie die Insertion des caudalen (ventralen) Bauchs des M. praeorbitalis.

(Am Kieferapparat fällt die starke Ausbildung des Palatobasalfortsatzes auf. Seine Spitze, an der der Knorpel in festes Bindegewebe (Faserknorpel?)[1] übergeht, passt in eine Grube des Daches der Orbita, die medial vom Postorbitalfortsatz liegt. Er drängt die Mm. recti oculi caudalwärts stark zusammen).

Centrophorus granulosus (Bl. Schn.).

T. II, F. 9.

K. Fürbringer 1903 p. 384 Anm. [1], 388, t. XVI, f. 2.

Material: 2 Exx. im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus in Heidelberg.

Über den C_1d vgl. S. 10, 11 und 12.

Der M. praeorbitalis entspringt an der Ventralseite des Schädels, durch eine mässig breite Knorpelstrecke (bei den untersuchten Exx. c. 1 cm) vom antimeren Homologon getrennt. Er zieht, einen Teil der ventralen Begrenzung der Augenhöhle bildend, als abgeplatteter, breiter Bauch caudal- und lateralwärts. Bevor er den Adductor mandibulae erreicht, geht er in eine breite, platte Endsehne über, die teils mit der Zwischensehne des Adductor verschmilzt, teils sich an der Medialseite des vordersten Adductorteils fortsetzt, welcher (vgl. S. 43) vom übrigen Muskel undeutlich abgespalten ist. Vgl. ferner S. 44. 45, 48.

Adductor mandibulae vgl. S. 58. Der Add. γ ist gut entwickelt und entspringt hauptsächlich am Quadratteil, zum geringeren Teil aber auch ventral vom Kiefergelenk, wozu noch der Ursprung eines Teils des Muskels an der Zwischensehne kommt. Über die Beziehungen der Sehne zu den Lidern vgl. S. 59. — Eine schwächere dorsale Fortsetzung des Sehnenzuges für das obere Lid befestigt sich am Proc. postorbitalis.

Am M. intermandibularis *(C_1mv)* ist die der Raphe entbehrende vordere Strecke nur kurz. Die Innervation durch den $N.V_3$ erstreckt sich bedeutend weiter caudalwärts.

Deania eglantina Jord. & Snyder.

Material: 1 Kopf (Abstand von der Schnauzenspitze bis zur 1. Kiemenspalte 20,5 cm). Japan (Doflein). Zool. Staatssammlung, München.

Der C_1d stimmt mit demjenigen der vorigen Art überein. Vgl. S. 11.

Der M. praeorbitalis ist auffallend schmal und schwach (c. 5 mm breit), vom gegenüberliegenden am Ursprung nur c. 3 mm entfernt. Vgl. S. 43, 44, 48.

Der Adductor mandibulae stimmt fast ganz mit dem von *Centrophorus granulosus* überein, nur wäre zu bemerken, dass sich die Zwischensehne caudal etwas weniger an der Oberfläche ausbreitet als bei dieser Art. Am Constrictor palpebrarum ist die Portion für das obere Lid bei weitem die stärkere, sodass die Sehne für das untere Lid mehr als ein Appendix des Muskels erscheint. Die Fasern, die von der Zwischensehne zur Sehne für das obere Lid ziehen sind nicht scharf von den übrigen Adductor-Fasern unterschieden.

[1] Mikroskopisch nicht untersucht.

Der M. intermandibularis ist vorn schmal. C. 1 cm von seinem rostralen Ende beginnt die mediale Raphe als schmale Linie, erweitert sich jedoch rasch sehr stark zu einer Sehnenplatte von c. 1 cm Breite. Von den seitlich an die Zwischensehne tretenden Fasern sind nur die vordersten 3—4 mm noch vom Trigeminus versorgt.

Über den N. ad m. C_1d vgl. S. 85.

Squalus acanthias L. (*Acanthias vulgaris* Autt.).

T. II, F. 12; Textf. 18, 18 a, S. 101.

Vetter 1874 Text und t. XIV, f. 3; t. XV, f. 6 *(Acanthias vulgaris)*. — K. Fürbringer 1903 p. 379, 383 *(Acanthias vulgaris)*. — Drüner 1903 p. 558 *(Acanthias)*. — Marion 1905 *(Acanthias vulgaris)*.

Material: 1 Ex. und $^1/_2$ Kopf im Besitz des Herrn Prof. Dr. M. Fürbringer; 1 Ex. aus dem zootomischen Institut in Helsingfors.

Über den C_1d vgl. Vetter (l. c. p. 420—421) und S. 10, 11 Anm. [1]

Der M. praeorbitalis (vgl. S. 42, 43, 44, 45) liegt anfänglich in einem ventral vom Opticusloch befindlichen Ausschnitt des Kraniums und zieht dann am Boden der Orbita caudolateralwärts.

Der Adductor mandibulae (vgl. S. 57) besitzt rostral ununterbrochene Fasern. Dann folgt articularwärts eine ganz schwache oberflächliche Zwischensehne *(Zs)*, die sich caudalwärts zu einer schwachen oberflächlichen Sehnenplatte *(f)* erweitert (vgl. auch Vetter p. 416). Die caudalsten Fasern zeigen insofern eine Eigentümlichkeit, als sie einen caudoventralwärts gerichteten Bogen bilden, der den hinteren unteren Winkel der Mandibula umzieht. Sie inserieren an der oberflächlichen Fascie dieses Muskelabschnittes, wie sie sich denn auch hinsichtlich der Funktion offenbar derjenigen des gesammten Adductor mandibulae anschliessen. (vgl. auch S. 84).

Die Schilderung des Add. γ bei Vetter (p. 448) giebt kein den wirklichen Verhältnissen entsprechendes Bild. Eher stimmen meine Beobachtungen mit denen von Marion (p. 27 und fig. 13 y) überein. Dieser Muskelabschnitt entspringt hauptsächlich an dem caudalen Teil der lateralen Fläche der Pars quadrata sowie an deren caudalem Rand, erhält jedoch eine ansehnliche Verstärkung durch am dorsocaudalen Teil der lateralen Fläche des Unterkiefers entspringende Fasern. Er ragt hinten weit über den Rand des Quadratteils hinaus. Vorn geht er in eine breite und starke Aponeurose über (Constrictor palpebrarum; vgl. S. 59).

Der M. intermandibularis (F. 12 C_1mv) entbehrt auf ganz kurzer Strecke vorn der Raphe, ähnlich wie in fig. 1 bei Marion, doch ist bei meinen Exemplaren das rostrale Ende des Muskels nicht wie in der citierten Figur spitz ausgezogen (Vgl. S. 78 Anm.), sondern quer abgestutzt (es würde an der citierten Figur etwa 3 mm weiter caudalwärts liegen). Während ein kurzer, rostral vom Eintritt des N. ad m. C_1mv gelegener Abschnitt des Muskels reine Trigeminusinnervierung besitzt, ist der darauf folgende Teil ein gemischtes Gebiet der Nn. V_3 und

[1] Wenn Marion sagt (p. 2—3) „Its fibers . . . are inserted upon the inner surface of the lower jaw just below the ‚coronoid' process", so verwechselt er offenbar die Pars quadrata mit einem (bei Haien nicht vorhandenen) Proc. coronoideus des Unterkiefers!

VII (vgl. Drüner 1903 p. 558). Ein dünner rostraler Ast des V_3, welcher, übereinstimmend mit den Angaben Vetters (1878 p. 471) für andere Arten, über den Mandibularknorpel zum vordersten Teil des Intermandibularis tritt und sich auf demselben verzweigt (F. 12), scheint mir rein sensibler Natur zu sein; es gelang mir nicht ein Eintreten der sehr zarten Äste in den Muskel an irgend einer Stelle zu beobachten.

N.V_3. Der N. ad m. C_1d (F. 12) bietet nichts Auffallendes. Kurz bevor der V_3 das Palatoquadratum erreicht, zweigt der N. ad m. praeorbitalem *(Npro)* ab, doch folgt auch er noch eine Strecke dem Hauptstamm. Dann spaltet sich über dem Knorpel der Stamm in zwei etwa gleich starke Äste. Der hintere stellt den Nerv für den Add. mandibulae dar, der vordere die Fortsetzung des Hauptstamms. Ventral von der Sehne des M. praeorbitalis giebt letzterer einen caudalen Hautast sowie ein kleines motorisches Fädchen für den vordersten Teil des Add. mandibulae ab. Dem vorderen Rand dieses Muskels entlang begiebt sich der N. ad m. C_1mv (vgl. S. 90) ventral- und medialwärts. Er spaltet sich, kurz bevor er den Muskel erreicht, in einige Äste, die in den Muskel eindringen (vgl. oben). Ein caudaler Ast *(s)* scheint sensibel zu sein; er verzweigt sich ventral vom Muskel.

Protraktilität der Kiefer S. 100—101; Palatobasalfortsatz S. 112.

Squalus blainvillei (Risso).

Material: 1 Ex. aus dem Mittelmeer im Besitz des Herrn Prof. H. Braus in Heidelberg.

Diese Art stimmt in allen wesentlichen Beziehungen mit der vorigen überein, weshalb ich sie nur oberflächlich untersucht habe (vgl. S. 11).

Centroscyllium ritteri Jord. & Fowl.

T. I, F. 8.

Material: 36 cm. langes Exemplar aus Aburatsubo, Japan (Doflein). Zool. Staatssammlung, München.

Der C_1d entspringt verhältnismässig hoch oben am Kranium und ist relativ lang, sodass die Länge seiner rostralsten Fasern etwa des Doppelte seiner Breite am Ursprung beträgt. Gegen die Insertion hin zeigt sich eine deutliche Spaltung. Die Fasern des M. spiracularis *(Msp)*, die den drei stabförmigen Spritzlochknorpeln anliegen, inserieren an der Medialseite des Palatoquadratum lateral und ventral vom Spritzloch. — Der Levator palatoquadrati *(Lp)* inseriert an der Aussenfläche des Palatoquadratum nahe dem abdentalen Rand und zwar medial vom rostralen Ende des Proc. muscularis beginnend und bis ventral von der Mitte des Proc. postorbitalis reichend.

Der schwache M. praeorbitalis (*Pro;* vgl. S. 43, 44, 45, 48) entspringt dicht vor dem Opticusloch.

Über den Add. mandibulae *(Am)* vgl. S. 58, 59, 64.

Der M. intermandibularis *(C_1mv)* dehnt sich in symphysialer Richtung ungewöhnlich weit aus. Er ist fast dreieckig, indem er sich vorn sehr stark verjüngt. Eine Strecke von

c. 4 mm entbehrt vorn der Raphe, während sich die Innervierung durch den N. V_3 bis etwa 15 mm weit vom rostralen Ende aus verfolgen lässt (entsprechend einer die Mundwinkel verbindenden Linie).

N.V_3. Die Abspaltung des Nerven für den C_1d erfolgt schon beim Austritt des Trigeminus (vgl. S. 85). Bald darauf zweigt der Ast für den M. praeorbitalis (*Npro* vgl S. 87, 88), dann der starke Ast für den Adductor mandibulae *(Nam)* ab. Ventral von der Zwischensehne entspringen zwei zarte caudale Hautnerven *(s)* und ein rostrales Ästchen für die an der Endsehne des M. praeorbitalis entspringenden Adductorfasern. Der N. intermandibularis *(Nc_1mv)* führt auch sensible Fasern, die hauptsächlich caudalwärts abgegeben werden, während ein schwächerer caudaler und ein stärkerer rostraler Endast sich im gleichnamigen Muskel verzweigen.

Etmopterus spinax (L). *(Spinax niger* Bonap.).

T. II, F. 14 u. 14 a.

Stannius 1846 p. 46. — Jaquet 1900 p. 66—67. — Drüner 1903 p. 557—559, f. 8—9.

Material: 1 Ex. im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus in Heidelberg.

M. C_1d vgl. S. 11, 29.

Über den M. praeorbitalis *(Pro)* vgl. S. 42, 43, 44, 48.

Über den Adductor mandibulae wurde S. 59—60, 62, 63, 95 das Wesentlichste erwähnt. Wie bei anderen Squaliden geht die Zwischensehne *(Zs)* caudal (dorsal vom Kiefergelenk) in eine oberflächliche Aponeurose über, an der die am caudalen Rand der Pars quadrata entspringenden Fasern inserieren. Der Ursprung des gesammten Add. mand. nimmt den symphysialen Rand sowie die dorsale (abdentale) und caudale (articulare) Hälfte des Quadratteils ein, lässt jedoch gegen den dentalen Rand eine ansehnliche vom Muskel bedeckte Fläche frei. Ähnlich verhält sich die Insertion, indem auch sie nur eine breite Randzone einnimmt. Auch auf das articulare Ende des Mandibulare erstreckt sich die Insertion nicht.

Über den M. intermandibularis *(C_1mv)* vgl. Drüner l. c.

Der N.V_3 giebt schon innerhalb des Foramen trigemini den Nerv für den C_1d ab. Im Übrigen ist die Verzweigung im Wesentlichen wie bei *Centroscyllium*. N. ad m. praeorbitalem S. 87, 88. Der Nerv für den Adductor ist stärker als die gesammte Fortsetzung des V_3. Am Mundwinkel zweigt der sehr zarte Ast für die an der Sehne des M. praeorbitalis entspringenden rostralsten Adductorfasern ab.

Etmopterus lucifer (Jordan et Fowler).

T. II, F. 13.

Material: 34 cm langes Ex. aus Yokohama (Haberer). Zool. Staatssammlung, München. — Da das Exemplar sich als im Bereich des Kieferapparats stark lädiert erwies, konnten die fraglichen Teile nur unvollständig untersucht werden.

Der C_1d stimmt im Wesentlichen mit dem von *Centroscyllium* vgl. S. 137 überein.

Der schwache M. praeorbitalis (S. 45) entspringt ventral und etwas rostral vom Opticusloch und ist von dem gegenüberliegenden durch eine hohe Crista geschieden. (Abstand zwischen beiden Muskeln etwa 3 mm).

Adductor mandibulae *(Am)*. Die Ausdehnung der Zwischensehne geht aus der Abbildung hervor; vgl. im Übrigen S. 58, 59, 60 Anm., 64.

Der M. intermandibularis *(C_1mv)* ist sehr gut entwickelt und erstreckt sich weit rostralwärts. Er ist relativ breit, auch vorn breit gerundet. Die mediale Linea alba beginnt 4 mm vom symphysialen Ende. Das Trigeminus-Gebiet erstreckt sich mindestens 8 mm caudalwärts.

Fam. **Pristiophoridae.**

Pristiophorus sp.

T. II, F. 17 und 17 a.

Material: Ganz junges, 50 cm langes Ex. Japan, Fukuura, Sagamibai, c. 150 m. Tiefe (Doflein). Zool. Staatsammlung, München. — Diese *Pristiophorus*-Art, auf die Günthers (1870 p. 432—433) Diagnosen nicht passen, ist identisch mit der von Stromer (1905) erwähnten.

Der Kieferapparat wie auch seine Muskulatur, mit Ausnahme des M. praeorbitalis, sind relativ schwach.

Der M. spiracularis (F. 17 a *Msp*, vgl. S. 10, 11) entspringt an der Labyrintregion hinter dem Postorbitalfortsatz und zieht im Bogen um das Spritzloch, um an der Medialseite des Gelenkendes des Palatoquadratum, mit einigen oberflächlichen Fasern auch am Hyomandibulare zu inserieren (vgl. S. 13). Er schmiegt sich dem Spritzlochknorpel an, welcher eine ansehnliche, aber dünne, an der Seite eingebuchtete rautenförmige Platte darstellt.

Der Levator palatoquadrati *(Lp)* wurde bereits S. 30 beschrieben, der M. praeorbitalis (F. 17 *Pro*) S. 45, 47, 49, der Adductor mandibulae S. 60.

Den M. intermandibularis *(C_1mv)* repräsentieren jederseits am abdentalen Rand des Mandibulare entspringende, schwache Fasern, die jedoch die Mittellinie nirgends erreichen (vgl. S. 78), sondern oberflächlich auf der Ventralseite des Coracomandibularis *(Mcm)* ausstrahlen. Die symphysialsten Fasern sind gerade medialwärts, die hinteren mehr und mehr schräg[1] caudalwärts gerichtet.

Der $N.V_3$ (F. 17 a; vgl. S. 83, 84) trennt sich gleich nach Austritt aus dem Schädel vom $N.V_2$; giebt unmittelbar darauf den Nerv für die Mm. levator palatoquadrati und spiracularis ab *(Nc_1d)*. Gleich darauf zweigt rostralwärts ein sich sofort in drei gabelnder Ast für den M. praeorbitalis ab *(Npro)*. Weiter distal ziehen zwei getrennt entspringende feine Fäden ebenfalls zu diesem Muskel (S. 88). An der abdentalen Kante des Palatoquadratum, unmittelbar symphysial vom Muskelfortsatz dringt der V_3 zwischen M. praeorbitalis und Adductor mandibulae ein und giebt an dieser Stelle einen wahrscheinlich sensiblen Ast ab, ferner zwei motorische Äste für den Adductor mandibulae. Lateral vom Mundwinkel kommt er wieder zum Vorschein, entsendet hier articular- und caudalwärts einen sensiblen Ast und tritt oberflächlich über die Sehne des

[1] Die Spritzlochkieme ist der Körperoberfläche ungewöhnlich stark genähert.

M. praeorbitalis hinweg (F. 17) um sich in einen mehr dentalen und einen abdentalwärts (caudalwärts) gerichteten Ast zu spalten. Letzterer giebt ein mehr laterales, sensibles Ästchen *(s)* ab, ferner feine Zweige für den M. intermandibularis *(Nc_1mv)* sowie einen symphysialwärts auf dem Mandibulare verlaufenden Ast.

Vgl. ferner S. 115.

Fam. **Squatinidae.**

Squatina squatina (L.).

T. II, F. 18; Textf. 16, S. 79.

Sagemehl 1885 p. 99—101.

Material: 1 Ex. im Besitz der Herren Proff. Dr. M. Fürbringer und H. Braus in Heidelberg.

Der M. levator palatoquadrati wurde schon S. 30 beschrieben. Er geht caudalwärts in den M. spiracularis *(Msp)* über (vgl. S. 11). Dieser entspringt (vgl. F. 18 und S. 10) an einem bindegewebigen Septum. Die Fasern umziehen rostral und lateral das Spritzloch und zwar erstrecken sich die dem Rande des letzteren am nächsten liegenden bis zur halben Länge des caudalen Spritzlochrandes wieder medialwärts. Die übrigen Fasern strahlen lateral und caudal vom lateralen Rand des Spritzlochs auseinander. Sie ziehen dabei teils dorsal, teils ventral von einem starken, Hyomandibulare und Quadratum verbindenden Ligament *(Lig)* und von der Endsehne des Add.γ *(Addγ^i)* zu ihrer Befestigung (vgl. S. 13).

Des Fehlens eines M. praeorbitalis wurde S. 42, 94 gedacht.

Der Adductor mandibulae *(Am)* entspringt vorn teils fleischig teils sehnig an der symphysialen und externen Fläche des Muskelvorsprungs des Palatoquadratum. Weiter articularwärts entspringen die medialsten Fasern fleischig am Palatoquadratum, während die mehr lateralen, den Add.γ bildend, ihren Ursprung an der oberflächlichen Fascie nehmen. Die Fasern dieser Portion sind schräg dorsal- und rostralwärts gerichtet und inserieren teils am Mandibulare, teils (caudal) an einer Zwischensehne (Textf. 16 *Zs*), die nur wenig tief in den Muskel hineinragt. Aus der Fascie, an der der Muskel sich befestigt, haben sich zwei starke Bänder herausdifferenziert, von denen das eine vom dorsalen Rand des Quadratteils gegen den Postorbitalfortsatz, das andere medialwärts zum Hyomandibulare lateral und caudal vom Spritzloch zieht (*Addγ^i*; S. 60, 63). Das erstere Band erscheint als stärkster Teil einer breiten Sehnenplatte, die, vom Add.γ ausstrahlend, sich vom Postorbitalfortsatz bis lateral vom ventralen Rand des Palatoquadratum erstreckt, wo sie sich in die aponeurotische Endsehne des C_2v fortsetzt.[1] — Caudal vom Add.γ breitet sich die Zwischensehne oberflächlich über einem Teil der am caudalen Teil des Mandibulare inserierenden Fasern aus, ihnen als Ursprung dienend, ähnlich wie wir es bei den meisten Squaliden fanden; dorso-medialwärts verliert sich aber diese Fascie in lockerem Bindegewebe, in welches die Muskelfasern feine Sehnenfädchen entsenden u. z. vorzugsweise in medio-caudaler Richtung. Der grösste Teil dieser Portion liegt caudal vom

[1] Dieser letztere Muskel (vgl. Textf. 16) ist vergleichbar einem noch wenig differenzierten Depressor rostri, wie er den Rochen eigentümlich ist, oder doch einem Vorstadium eines solchen.

Kiefergelenk. — Während der Adductor mandibulae somit dorsal eine mehrfache Gliederung zeigt, ist er ventral (Textf. 16) sehr einheitlich. Die Insertion beginnt vorn dicht hinter dem mandibularen Lippenknorpel und folgt dem latero-ventralen Rand des Mandibulare, um in der articularen Hälfte des Muskels auf kurzer Strecke über den ventralen Rand des Knorpels hinweg ein wenig auf die Medialseite desselben überzugreifen (vgl. S. 96 Anm.). An dieser Stelle wird die Insertion durch ein langes und starkes, Hyoid und Mandibulare verbindendes Ligament *(Lig)* überbrückt, welches weiter symphysialwärts die Insertion medial begrenzt.

Nur ein kurzer rostralster Abschnitt des M. intermandibularis (C_1mv) besitzt einheitliche Fasern. Die letzteren entspringen im vordersten Teil kurzsehnig, weiter caudalwärts fleischig. Eine ansehnliche, länglich ovale Aponeurose *(Apon)* nimmt die Mitte des darauf folgenden Abschnitts ein (vgl. S. 77). Der $N.V_3$ innerviert noch den rostralsten Teil der Fasern zu beiden Seiten der Sehnenplatten.

$N.V_3$. Der Ast für den C_1d trennt sich beim Austritt aus dem Foramen trigemini vom Hauptstamm. Letzterer (vgl. S. 83) giebt dem Adductor mandibulae einen starken Hauptast (F. 18 *Nam*) und einen dünnen Faden ab, die an derselben Stelle in den Muskel eintreten, und wendet sich, im Bogen den Mundwinkel umziehend, und immer oberflächlich bleibend, wieder rostralwärts. An der Umbiegungsstelle giebt er ein Paar Hautäste caudalwärts ab (Textf. 16 *s*), dann folgen einige kleine motorische Äste *(m)* für den Adductor mandibulae und, kurz bevor der Lippenknorpel erreicht wird, ein gemischter Zweig *(Nc_1mv)*, der die motorischen Äste für den M. intermandibularis enthält.

Batoidei.

Fam. **Pristidae.**

Pristis zysron Bleeker.

T. V, F. 46, 47.

Material: 76 cm langes Ex. aus den Vorräten des Anat. Instituts in Heidelberg.

Am M. spiracularis (vgl. S. 14) ist die am Ligamentum hyomandibulo-mandibulare inserierende Portion schwächer als bei den Rhinobatiden. Das erwähnte Ligament ist durch Bindegewebe der Mundschleimhaut angeheftet. — Über den Levator palatoquadrati vgl. S. 30, 31.

Der M. praeorbitalis (vgl. F. 47 und S. 46, 105) ist von einer Fascie bedeckt, an der Muskelfasern inserieren, die am vorderen Rand des Palatoquadratum entspringen und wahrscheinlich Derivate des Add. mandibulae lat. darstellen (*). Durch Spannen der Fascie dürfte verhindert werden, dass der M. praeorbitalis bei seiner gebogenen Stellung während der Kontraktion vorn über den Mundrand vorspringt.

Der Adductor mandibulae medialis und lateralis I wurden S. 65 besprochen. Die S. 70 gegebenen kurzen Andeutungen über den Add. mand. lat. II sind dagegen hier zu komplettieren. An der mediodorsalen Fläche des Cartilago parethmoidalis *(Cpe)* entspringende Fasern bilden die Hauptmasse dieser Portion. Sowohl dorsal wie ventral verlaufen die oberflächlichsten Fasern hauptsächlich in rostrocaudaler Richtung, doch finden sich im Inneren Fasern, die

diese Richtung unter fast rechtem Winkel kreuzen, indem sie dorsomedialwärts verlaufen. An der Dorsalseite bildet die Endsehne des M. levator rostri einen rinnenförmigen Einschnitt [1] (F. 46 *Lr*). Die Insertion des Add. mand. lat. II geschieht an der rostralen und ventralen Fläche des Palatoquadratum und der ventralen des Mandibulare. An der dorsalen Fläche des Muskels bildet sich gegen die Insertion hin eine Sehnenplatte aus, die sich teils am hinteren Teil des Palatoquadratum befestigt, teils in ein sehniges Band übergeht, das vom letzteren Knorpel zur Oberfläche eines Derivats des C_2d zieht, welches am caudalen Ende des Parethmoidal-Knorpels inseriert (F. 46 *Lig.*). Ein Faserzug entspringt am Palatoquadratum dicht über und vor dem Gelenk, zieht caudalwärts und inseriert an einem Vorsprung des Mandibulare laterocaudal vom Mundwinkel. An der oberflächlichen Fascie dieser Portion inseriert ein Teil der weiter vorn am Palatoquadratum entspringenden Fasern, während dieselbe aponeurotische Fascie Fasern als Ursprung dient, die an der ventralen, caudalen und dorsalen Seite des Mandibulare inserieren. Ventral schliessen sich diesen Fasern solche an, die von der Spitze des Parethmoidal-Knorpels mit oberflächlicher Sehne entspringen. Alle diese Faserzüge gehen ineinander über und sind unter einander eng verwachsen.

Der M. ethmoideo-parethmoidalis (F. 46 *Mepe*) ist stark entwickelt (vgl. S. 70). Er entspringt teils fleischig teils sehnig an der Nasenkapsel, u. z. folgt die lange Ursprungssehne dem vorderen lateralen Rand der Orbita. Die Fasern divergieren gegen die Insertion hin, die am vorderen Teil der dorsolateralen Fläche des Parethmoidalknorpels [2] erfolgt. Sie berührt hinten den Ursprung des Add. mandibulae.

Über die Derivate des C_1mv vergl. S. 80, 81.

Der N. V_3 trennt sich bei dem Austritt aus dem Schädel von den übrigen Ästen (F. 46) und entsendet gleich darauf caudalwärts a) den Nerv für die Derivate des C_1d. Die Zweige für den Lev. palatoquadrati treten von der Medialseite an den Muskel, diejenigen für den M. spiracularis von der lateralen Seite her *(Nc_1d)*. Es folgen: b) ein Ast für den M. praeorbitalis *(Npro)*, c) ein Ast (vgl. S. 71, 90), der teils den vorderen Teil des Adductor mandibulae (Parethmoidalursprung) versorgt, teils weiter zum M. ethmoideo-parethmoidalis zieht, den er innerviert *(Nepe)*. (Ein Paar sensible Äste *(s)* des R. maxillae superioris durchbohren diesen Muskel). Hierauf tritt der Nerv über die vordere (abdentale) Kante des Palatoquadratum um zwischen den Mm. adductor mandibulae lateralis I und II, und vom M. praeorbitalis bedeckt, weiter caudalwärts zu ziehen. Dabei giebt er d) dem Add. lat. I einen, dem lat. II mehrere Äste ab. Unter dem M. praeorbitalis kommt er lateral vom Mundwinkel wieder zum Vorschein (F. 47 V_3) und spaltet sich nun in e) einen caudalen Ast, der wiederum ein Ästchen oberflächlich über die Sehne des M. praeorbitalis hinweg in den M. intermandibularis anterior *(C_1mva)* sendet, während ein zweites Ästchen für den M. intermandibularis posterior *(C_1mvp)* bestimmt ist. — Der Hauptstamm giebt noch f) zwei Ästchen für den Add. mandibulae medialis *(Amm)* ab um sich schliesslich in sensible Äste aufzulösen.

Vgl. ferner S. 115.

[1] Der M. levator rostri inseriert hier an der Dorsalfläche des Parethmoidal-Knorpels in der Nähe von dessen distalem Ende; er ist relativ schwach.

[2] Der Cart. parethmoidalis articuliert mittelst einer flachen Gelenkpfanne an einem starken Knopf der Ethmoidalregion.

Fam. **Rhinobatidae.**

Rhinobatus (? leucorhynchus Günther).

T. V, F. 45.

Sagemehl 1885 p. 104 (Art nicht angegeben). — Tiesing 1896 p. 84—97, f. 12, 15 *(Rh. annulatus).*

Material: 1 Ex. im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus.

Der M. spiracularis wurde S. 14 besprochen, der Levator palatoquadrati S. 31. — M. praeorbitalis vgl. S. 46, 105. — M. adductor mandibulae und seine Derivate vgl. S. 65, 68—69, 70. — Derivate des C_1mv vgl. S. 80, 81. — Über den Nerv für den M. ethmoideo-parethmoidalis vgl. S. 71, über denjenigen für den M. adductor mandibulae medialis S. 90 Anm.

Rhynchobatus djiddensis Forsk.

T. V, F. 44, 45.

Material: 1 Ex. im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus.

M. spiracularis vgl. S. 13, 14; Levator palatoquadrati S. 31; M. praeorbitalis S. 46, 105; Adductor mandibulae und seine Derivate S. 65, 68—69, 70; Derivate des C_1mv S. 80—81.

Der N. V_3 zweigt beim Austritt aus dem Foramen Trigemini von den übrigen Ästen des V ab (F. 44). Er entsendet sofort den N. ad m. C_1d *(Nc_1d)* lateral- und caudalwärts. Während ein Ast sich verzweigend in den Levator palatoquadrati rostral und medial eindringt zieht ein anderer, ebenfalls unter reichlicher Ramifikation lateral von diesem Muskel caudalwärts zum M. spiracularis, den er versorgt. Rostroventralwärts zweigt ebenfalls früh der N. ad m. praeorbitalem ab (S. 88). Er dringt an der Dorsalseite des Muskels in diesen ein. Ausser diesem Hauptast für den Muskel fand sich weiter distal noch ein sehr schwacher. Unmittelbar bevor der N. V_3 den Adductor mandibulae lateralis I erreicht, zweigt ein starker Ast für diesen Muskel ab. Dieser Ast giebt zuerst einen Nerven für den M. ethmoideo-parethmoidalis ab (*Nepe;* S. 71, 90), dann teilt er sich wiederholt und dringt in den Add. mand. lat. II ein. Der Hauptstamm des V_3 zieht zwischen dem M. praeorbitalis und dem Adductor mand. lat. I ventrocaudalwärts, wobei letzterer Muskel in der Gegend des Proc. muscularis des Palatoquadratum seinen Nerven (F. 43 *Naml 1)* erhält. Caudal vom Mundwinkel findet dann wieder eine Spaltung statt, wobei (S. 90) ein sich gleich wieder zweimal teilender Ast caudalwärts zum M. intermandibularis zieht, während der übrig bleibende Stamm medialwärts umbiegt, um sich in sensible Äste aufzulösen. Wo die Äste (bez. der Ast) für den Add. mand. med. entspringen, liess sich nicht entscheiden, da die Nerven bei einer früher stattgehabten Präparation der Lippenknorpel zerschnitten worden waren.

(Spritzlochknorpel vgl. S. 13 Anm.).

Fam. **Rajidae.**

Sagemehl 1885 p. 106—107 *(Raja*, Art nicht angegeben). — Chaine 1900 p. 159—160 *(Raïa punctata);* t. VII, f. 9 *(R. undulata).* — Marion 1905 *(R. crinacea).*

Raja clavata L.

Tiesing 1896 p. 82—97, t. VI, f. 11; t. VII, f. 13 *(R. clavata).*

Material: 1 Ex., den Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus gehörig.

M. spiracularis vgl. S. 14; Levator palatoquadrati S. 31—32; M. praeorbitalis S. 45, 46, 47; M. adductor mandibulae und seine Derivate S. 65, 66, 68, 69—71; Derivate des C_1mv S. 80—81.

N. V_3. Beim Austritt aus dem Schädel ist der N. V_3 dem N. ophthalmicus profundus und dem Ramus maxillae superioris locker angeschlossen. Schon direkt am Austritt zweigt der Ast für die Derivate des C_1d ab. Nachdem der Hauptstamm des N. V_3 über den Levator palatoquadrati hinweggezogen ist, entsendet er einen dünnen Ast an den M. praeorbitalis und gleich darauf einen Zweig, der sich in dünne Äste für den M. ethmoideo-parethmoidalis, das von Tiesing als „Levator labii superioris IV" bezeichnete Bündel und die Hauptmasse des Adductor mandibulae lateralis II (vgl. auch S. 70—71) auflöst. Dann macht der V_3 einen Bogen um den vorderen Rand des Palatoquadratum, sendet einen starken Ast in die Tiefe des Add. mand. lat. II (vgl. Tiesing t. VI, f. 11), giebt, oberflächlich auf dem Add. mand. lat. I verlaufend, medialwärts ein Paar Äste für den letzteren Muskel ab, ferner einen caudalwärts gerichteten Ast für den Depressor mandibulae (von diesem Ast zweigt caudo-lateralwärts eine sensible Ramifikation ab) und einen ganz dünnen, der medial vom vorigen und vom Ramus mandibularis des Facialis caudalwärts zieht und wahrscheinlich Fasern für den C_1mv anterior führt. Dann biegt der N. V_3 medialwärts, wo er dem Add. mand. medialis einen Ast entsendet (vgl. S. 90 Anm.) und sich in sensible Äste auflöst.

Raja oxyrhynchus L.

Material: 1 Ex. (Schnauze bis Schwanzspitze 68 cm) im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus.

Der M. spiracularis entspringt an der Labyrintregion ventral von einem Vorsprung, der in einer Linie mit der caudalen Wand des Spritzlochs liegt und vom Postorbitalfortsatz durch eine Einbuchtung getrennt ist. Das Insertionsgrübchen (vgl. S. 14) am Hyomandibulare ist sehr flach, der Knorpel an dieser Stelle winkelig geknickt.

Der Levator palatoquadrati, dessen Ursprung (vgl. S. 31) weit hinter dem Austritt des N. VII erfolgt, wurde bereits S. 31—32 geschildert.

Die übrigen Muskeln dieser Art wurden nicht untersucht.

Fam. **Torpedinidae.**

Astrape japonica Schleg.

T. V, F. 55—58.

Material: 27 $^1/_2$ cm langes Ex. aus Aburatsubo, Sagamibai, Japan (Doflein). Zool. Staatssammlung, München.

Der Kieferapparat ist klein, aber kräftig gebaut. Ober- und Unterkiefer stossen im Winkel aufeinander, sodass ihre Flächen zusammen eine Konkavität bilden. Da die extern gelegenen Muskeln streben den Winkel zwischen den beiden Kiefern zu erweitern, werden die beiden Knorpel hier, wie bei anderen Rochen, an der Innenseite des Gelenks durch zwei starke, gekreuzte Bänder zusammengehalten. Ober- wie Unterkiefer weisen ein sehr kräftiges Relief auf (vgl. F. 58).

Der M. spiracularis superficialis (vgl. F. 56 *Msps* und S. 14) entspringt relativ weit ventral und caudal an der Labyrintregion und zwar mit zwei Ursprungszipfeln, deren vorderer vor der Cranio-Hyomandibular-Verbindung in einer kleinen Grube nahe der ventralen Kante des Kraniums entspringt, während der hintere am vorderen Rand des IX-Loches seinen Ursprung nimmt. Auffallend ist, dass der Muskel etwa 8 mm. vom äusseren Rand der Spritzlöcher entfernt ist. Er liegt dorsal von dem Spritzlochknorpel (vgl. S. 13 Anm. 1), während eine distale Knorpelplatte, die die Mündung hauptsächlich caudal umfasst und rostralwärts nur mit zwei Zipfeln vorragt, mit ihm nirgends in Berührung kommt. Die Klappe des Spritzlochs liegt dadurch tief (8 mm) unter der Mündung des Spiraculums.

Der M. spiracularis profundus zieht in der S. 14 geschilderten Weise medial vom Palatoquadratum zur Mittellinie. Auf diese caudalsten (und dorsalsten) Fasern folgen rostroventralwärts solche, deren Ursprung sich vom Spritzlochknorpel emancipiert hat und der Haut entlang ventrocaudalwärts bis zur ventralen Mittellinie medial vom Hyoid gewandert ist, während die Insertion dorsal in derselben Weise erfolgt wie die der oben erwähnten Fasern.

Der Abstand der beiderseitigen Mm. levatores palatoquadrati beträgt am Ursprung nur 5 mm. Vgl. im Übrigen S. 32.

Über den Adductor mandibulae medialis vgl. S. 66, über den Add. mand. lat. I S. 67. Der Adductor mandibulae lateralis II bildet einen stark vorspringenden Ballen *(Aml 2)*. Seine Fasern entspringen (F. 58 *Aml 2'*) kurzsehnig am Rand der äusseren Fläche des retroarticularen Vorsprungs des Palatoquadratum und inserieren *(Aml 2'')* an einem hufeisenförmigen Feld der retroarticularen Kante und einer bis unter das Gelenk reichenden Crista des Mandibulare. Durch die S. 70 geschilderte Anordnung der Fasern kommt eine an den Add. γ erinnernde Bildung zu stande, die jedoch nur mit lockerem Bindegewebe in Verbindung steht. — Ob der Add. mand. lat. II hier wirklich als Adductor wirkt und nicht als Abductor ist mir bei der retroarticularen Lage des grössten Teils seiner Befestigung etwas zweifelhaft. Fasst man mit einer Pincette den von Muskeln befreiten Kieferapparat in der Gegend der Befestigungsstellen des in Rede stehenden Muskels, so erfolgt ein Öffnen des Maules. Da die

Gelenke schräg gestellt sind, findet ein Öffnen selbst dann statt, wenn man die Pincette an den symphysialsten Punkten von Ursprung und Insertion ansetzt, deren Verbindungslinie symphysial vom lateralen Gelenkkopf fällt. Immerhin wird der Muskel bei seiner hohen Ballenform anders wirken als der Druck der Pincette in dem fraglichen Versuch.

Über den M. ethmoideo-spiracularis vgl. S. 71; über die Derivate des M. intermandibularis S. 81.

Der N. V teilt sich gleich nach dem Austritt uns dem Kranium in seine Haupt-Äste. Der V_3 giebt gleich darauf einen relativ starken Ast an die Aussenseite des M. spiracularis s. str. ab, dann drei dünne Ästchen an die Medialseite des Levator palatoquadrati. Ein relativ starker, den M. spiracularis profundus innervierender Ast kommt unter dem M. spiracularis s. str. zum Vorschein, doch gelang es mir nicht seinen Ursprung festzustellen. — Der V_3 giebt ferner an den Add. mand. lat. II einen starken Ast ab, der in diesen Muskel eintritt, jedoch nach Abgabe von Ästchen für denselben einen Faden an den M. ethmoideo-spiracularis abgiebt. Ferner giebt der V_3 (vgl. F. 56 und 55) dem Add. mand. med. und Add. mand. lat. I je einen Ast ab (S. 90), dann den beiden Derivaten des M. intermandibularis (S. 90), worauf er sich in sensible Fasern auflöst.

[Vgl. ferner S. 66 Anm. 2 (Lippenknorpel)].

Torpedo marmorata Risso.

T. V, F. 51—54; Textf. 19, 20, S. 102, 103.

Sagemehl 1885 p. 104—107 *(Torpedo*, Art nicht angegeben). — Chaine 1900 p. 161 *(T. m.)*.

Material: 2 Exx. im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus in Heidelberg.

Über den M. spiracularis vgl. S. 13 Anm. 1, 14—15, den Levator palatoquadrati S. 32. Über das Fehlen des M. praeorbitalis vgl. S. 45—46.

Der Adductor mandibulae bildet eine verhältnismässig schwache, beide Kiefer verbindende Muskelmasse. Hierher rechne ich auch die beiden schlanken Muskeln, die Tiesing als Levator labii superioris lateralis und medialis unterschied und welche oben (S. 71—72) unter den Namen M. ethmoideo-mandibularis *(Em)* und M. parethmoideo-quadratus *(Peq)* geschildert wurden.

Abgesehen von den beiden letzteren Muskeln unterscheide ich am Adductor mandibulae vier Portionen (F. 53) (vgl. S. 70, 73 Anm. 1).

a) Den symphysialsten Teil des Muskels *Ama*; (vgl. S. 66—67). Ein Vordringen dieser Portion gegen den Mundwinkel bei der Kontraktion wird durch zwei schmale Sehnenstreifen verhindert, die an der horizontalen Zwischensehne inserieren und von denen die eine *(t^1)*, mehr dorsale, an den vordersten Fasern der Portion c) des Adductors entspringt u. z. dicht oberhalb des Randes der Portion b). Diese Sehne liegt der Portion b ganz lose auf und zieht auch oberflächlich über die Äste des N. V_3 hinweg. Die mehr ventrale Sehne *(t)*, welche am Unterkiefer, am articularen Ende der Portion b entspringt, ist dagegen in ihrem caudalen Teil mit dieser Portion verbunden, deren oberflächliche Fasern z. T. durch sie unterbrochen werden. Die oberflächlichen Äste des N. V_3 ziehen lateral über diese Sehne hinweg.

b) Der soeben besprochenen Portion schliesst sich articularwärts eine oberflächliche breite, platte Muskelpartie *(Amb)* an, die am dorsalen Rand des Palatoquadratum entspringt und schräg caudal- und ventralwärts (descendent) ziehend am ventralen Rand des Mandibulare inseriert. Gegen die Insertion hin überlagert diese Muskelportion den ventralen Teil der Portion

c) *(Amc)*, welche am oberen Rand des Palatoquadratum kurz vor dem Gelenk entspringt und in ascendenter Richtung zur lateralen Fläche des Mandibulare zieht. Die Endsehne des M. ethmoideo-mandibularis trennt diese Portion von der folgenden.

d) *(Amd)*. Diese tiefste (medialste) Portion ist die dünnste und hat eine trapezförmige Gestalt. Der Ursprung findet am dorsalsten Teil der lateralen Fläche des Palatoquadratum statt und erstreckt sich, gewissermassen eine articulare Fortsetzung des Ursprungs der Portion b darstellend, von dieser an bis ventral unter den grössten Teil der Portion c. Von hier ziehen die Fasern etwas divergierend ventralwärts zum Mandibulare, an dessen oberem Rand sie inserieren.

Über den M. intermandibularis superficialis vgl. S. 82.

Der N. V_3 ist bis zum rostralen Rand des Levator palatoquadrati dem Ramus maxillaris superior locker angeschlossen. Über die Äste für die Derivate des C_1d vgl. S. 86. — Der V_3 zieht über den abdentalen Rand des Palatoquadratum zur Aussenseite des Kieferapparates. Ob er unterwegs dem M. parethmoideo-quadratus (Lev. lab. sup. lat. Tiesing) einen dünnen Ast abgiebt, konnte ich nicht mit Sicherheit erkennen. Jedenfalls finde ich keinen so starken Nerven, wie ihn Tiesing in Fig. 15 *(Torpedo)* von *T. ocellata* abbildet. Etwa dort, wo der V_3 über den Rand des Palatoquadratum tritt, entsendet er ein Paar sehr feine Äste, von denen der eine (F. 53 *Nem*) zum M. ethmoideo-mandibularis (Lev. lab. sup. med. Tiesing), der andere zur dorsalen Hälfte des Adductor mandibulae a zieht. Dann folgen mehrere Äste dicht nach einander. Vorn entspringt ein Ast, der sich bald in zwei gabelt, von denen der eine in den ventralen Teil der Portion a eintritt und ihn versorgt, während der andere in der Tiefe zur medialen Fläche der Portion d sich einsenkt und hier die Mundschleimhaut versorgt. — Direkt medial- und ventralwärts, also vom Hauptstamm lateral bedeckt, zieht ein Ast in die Portion b, die er versorgt. — Caudalwärts zweigen ab: 3—4 Äste, die sich in der Portion d verzweigen, aber auch Ästchen für die Portionen b und c abgeben. Ferner zieht schräg caudalwärts (articularwärts) ein relativ starker Ast *(Nc_1mv)* der sich bald in einen schwächeren caudalen und einen stärkeren rostralen gabelt, die in den M. intermandibularis superficialis eintreten (vgl. S. 90 Anm. 3). — Der Hauptstamm des V_3 zieht dann auf der Ventralseite des Unterkiefers symphysialwärts um sich in sensible Äste aufzulösen.

Vgl. ferner S. 102—103.

Torpedo narce (Nardo). (*T. ocellata* Rud.).

Tiesing 1896 p. 82—97, t. VI, f. 10; t. VII, f. 15 *(T. ocellata)*.

Material: 2 Exx. aus den Vorräten des anatomischen Instituts in Heidelberg.

Der M. spiracularis und der Levator palatoquadrati stimmen im Wesentlichen mit denen der vorigen Art überein.

Der Adductor mandibulae lässt dieselben Portionen erkennen wie bei *T. marmorata*. Über die Portion a vgl. S. 66—67. Hinsichtlich der übrigen Portionen ist zu erwähnen, dass die Portion b die Portion c nicht an der Insertion deckt, sondern dass die letztere einfach articular von der ersteren liegt.

Über die Mm. parethmoideo-quadratus und ethmoideo-mandibularis vgl. S. 71—73. Ein feiner Nerv für den letzteren entspringt hoch oben am V_3, noch ehe dieser das Palatoquadratum erreicht. Am Rand des Oberkieferknorpels biegt von der caudalen Seite des Stammes ein dünner Nerv ab, der mehrere zarte Verzweigungen dorsolateralwärts in den M. parethmoideo-quadratus sendet.

Der M. intermandibularis superficialis weicht nur darin von demjenigen bei *T. marmorata* ab, dass seine Insertion sich etwas weiter symphysialwärts erstreckt. Der Nerv für diesen Muskel spaltet sich auf der Oberfläche des Adductor in mehrere Äste, die getrennt in den Muskel eintreten.

Fam. **Trygonidae.**

Trygon pastinaca (L.).

T. V, F. 48—50; Textf. 21, 22, S. 104, 105.

Sagemehl 1885 p. 104—106 *(Trygon)*.

Material: 1 Ex. im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus.

Über den M. spiracularis *(Msp)* vgl. S. 13—14. Zwischen beiden Portionen desselben tritt ein Ligament vom Spritzlochknorpel zum Hyomandibulare. — Über den Levator palatoquadrati (F. 49 *Lp*) vgl. S. 31. Der aus einer Verschmelzung beider Ursprungsportionen hervorgegangene Muskel zieht gegen den dorsalen abdentalen Rand des Palatoquadratum, an dem er eine sehr ausgedehnte Insertion besitzt. Diese beginnt dorsal vom Mundwinkel und reicht medialwärts bis zur Symphyse, wo die beiden antimeren Muskeln an einander stossen. Einige medialste Fasern breiten sich ferner am Dach der Mundhöhle aus und verflechten sich mit denjenigen der anderen Seite.

Der M. praeorbitalis wurde S. 46, 47 geschildert.

M. adductor mandibulae medialis vgl. S. 66; m. add. mand. lateralis I vgl. S. 67—68. — Am Add. mand. lateralis II (vgl. S. 70) nimmt der Add. γ (F. 48, 49) die Mitte ein. Diese Portion entspringt ventral vom Proc. praeorbitalis am Schädel mit kurzer Sehne und verbreitert sich kegelförmig gegen die Insertion, die an einem Knorpelvorsprung des Unterkiefers lateral vom Gelenk erfolgt. Medial vom Add. γ entspringt an der Ventralseite des lateral vom Kiefergelenk gelegenen Teils des Mandibulare eine Portion, von der sich ein oberflächliches Bündel abspaltet um zur Medialseite des Cart. parethmoidalis zu ziehen. Die tieferen Fasern befestigen sich an einer Zwischensehne, an der wiederum zwei Portionen entspringen; die eine, mediale, inseriert an der medioventralen Seite eines Höckers, der am lateralen Ende des Mandibulare vorspringt; die andere umzieht lateral im Bogen den Add. γ, um caudal und dorsal von ihm an demselben Vorsprung wie der Add. γ zu inserieren. Daneben befestigen sich einige Fasern noch an der dorsomedialen Oberfläche dieses Muskels.

Der M. ethmoideo-parethmoidalis F. 48 *Mep;* (vgl. S. 70) entspringt ventral von dem Praeorbitalfortsatz und vor demselben an der Ethmoidalregion des Schädels und zwar teils fleischig, teils sehnig. Ebenso ist die l. c. erwähnte, auf das Propterygium ausgedehnte Insertion z. T. sehnig.

Über die Derivate des C_1mv vgl. S. 81.

Der N. V_3 (vgl. S. 83) giebt gleich nach dem Austritt aus dem Schädel einen Ast ab, (F. 49), der ventral vom Levator palatoquadrati lateralwärts zieht, um zwischen diesem und dem M. spiracularis an der Oberfläche des letzteren zu erscheinen und sich am proximalen Teil desselben zu verzweigen und diesen Teil des Muskels zu innervieren. Etwas weiter vorn giebt der V_3 2—3 Nerven ab (F. 48), die dorsal (oberflächlich) über den Levator palatoquadrati zu dem M. spiracularis ziehen, an dessen Oberfläche sie ebenso wie der vorerwähnte Ast ein reiches Zweig- und Maschenwerk bilden bevor die Verzweigungen in den Muskel eindringen. (Wahrscheinlich sind diesen Nerven auch sensible Äste angeschlossen)[1]. Medial finde ich vier Äste für den Levator palatoquadrati (S. 86), lateral einen sehr dünnen für den M. ethmoideo-parethmoidalis (*Nepe;* vgl. S. 71). Weitere Äste gehen dann dort ab, wo der Nerv über den Rand des Palatoquadratum tritt, nämlich ein medialer für den M. praeorbitalis (S. 88), ferner noch ein Ast für denselben Muskel und einer für den Add. mand. lat. II. In der Gegend des Mundwinkels (F. 50) zweigen medialwärts ein starker und ein schwächerer motorischer Ast für den Add. mand. lat. I ab (S. 89), ferner zahlreiche sensible Äste für die Haut der Mundspalte. N. ad m. add. mand. med. S. 90. Caudalwärts gehen einige Äste ab, von denen der erste, zugleich der stärkste, sich im vordersten Teil des C_1mv verzweigt (S 90). Ob medialere Äste auch die vordersten Fasern des Depressor rostri versorgen (in der Fig. 50 nicht sichtbar) oder diesen Muskel nur durchbohren, konnte ich bei deren Feinheit nicht mit Gewissheit entscheiden, doch ist die letztere Alternative die wahrscheinlichere.

Vgl. ferner S. 103.

Fam. **Myliobatidae.**

Myliobatis aquila[2] (L).

T. V, F. 59—62; Textf. 23, S. 151.

Material: 1 Ex. im Besitz der Herren Proff. M. Fürbringer und H. Braus.

Über den M. spiracularis vgl. S. 13—14. Der dorsale (laterale) an den Rand des Spritzlochs grenzende Teil des Muskels ist an der Kante des Spritzlochs ventralwärts eingebogen. Die Insertion der tiefen Portion reicht ventral bis zum caudalen Rand des Mandibulare.

Der Levator palatoquadrati entspringt (F. 60 *Lp°*) breit fleischig an der Ventralseite des Proc. postorbitalis sowie an der seitlichen Schädelwand in der Labyrintregion (vgl. S. 31, 32). Er zieht rostralwärts, um teils mit starker Sehne, teils fleischig an der Dorsalseite des Palatoquadratum, sowie fleischig an der Innenseite desselben zu inserieren. Der

[1] Die Verzweigungen sind in F. 48 etwas zu dick ausgefallen.

[2] Über *Aëtobatis* vgl. Sagemehl 1885 p. 104—107

tiefste Teil des Muskels zieht im Bogen medialwärts und bildet eine flächenhaft ausgebreitete Schicht, deren Fasern sich mit denen des antimeren Muskels durchflechten und dabei z. T. in feine Sehnenstränge übergehen. Dort wo der N. V_3 über den Muskel hinwegzieht wird letzterer z. T. an der Oberfläche sehnig. — Bemerkenswert ist, dass die oben erwähnte Insertionssehne des Lev. palatoquadrati sich mit einigen Fasern über den Rand des Palatoquadratum hinweg ventralwärts fortsetzt und sich oberflächlich am Adductor mandibulae ausbreitet, wo sie einer Gruppe von Fasern desselben als Ursprung dient (F. 60 *).

Ein M. praeorbitalis fehlt (vgl. S. 46, 47).

Des Add. mandibulae medialis wurde schon S. 66 gedacht.

Bevor ich zur Schilderung des mächtigen Adductor mandibulae lateralis I (vgl. S. 68) schreite, empfiehlt es sich einen Blick auf das Skelet des Kieferapparats zu werfen (F. 62).

Der Oberkiefer *(Pq)* hat von der abdentalen Seite gesehen eine annähernd dreiseitige Gestalt, wenn man den einem geraden nahe kommenden Winkel, unter dem die beiden symphysialen Enden zusammenstossen (vgl. F. 60), nicht mit in Betracht zieht. Jedes Palatoquadratum erscheint nämlich etwa in halber Länge im Winkel caudalwärts gebogen. Die dieser Knickung entsprechende Kante, die aussen den symphysialen und den articularen Teil trennt, ist am abdentalen Ende in einen höckerförmigen Fortsatz ausgezogen, von welchem sich eine niedrige Crista ventralwärts fortsetzt. Dieser Vorsprung (ich bezeichne ihn im Folgenden als Proc. antero-lateralis F. 60, 62 *Prantl*) dient einer Sehne als Ursprung. Ebenso entspringt am dentalen Ende der Knickungslinie, welches abgerundet ist, eine mächtige Sehne (F. 62 t^o). Articularwärts nimmt der Kiefer an Höhe ab, entsendet aber zwei breite Fortsätze; einen mehr ventralen (dentalen) und einen dorsalen, den Proc. dorsocaudalis (F. 62 *Pdorsc*).

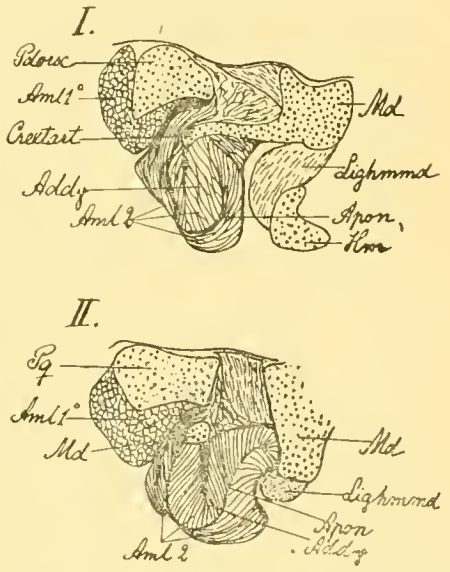
Der ausserordentlich kräftige Unterkiefer *(Md)* zeichnet sich dadurch aus, dass beide Hälften der Länge nach in der Mitte zusammenstossen und mit einander teils, — im mittleren Teil, — durch mächtige sehnige Bänder, teils synchondrotisch verbunden sind. Diese einheitliche Knorpelmasse erstreckt sich in der Mittellinie mit bogenförmigem Umriss weit caudalwärts, sodass der Knorpel hier in rostrocaudaler Richtung die grösste Ausdehnung besitzt, während eine die beiderseitigen Gelenke verbindende Linie die mediale Längslinie annähernd halbiert. Etwa in der Mitte jeder Mandibularhälfte befindet sich ventral eine quer bogenförmig verlaufende Knorpelcrista (Crista transversalis mandibulae, F. 62 *Crtrmd*), die etwas schräg caudalwärts geneigt ist, sodass hinter ihr eine rinnenförmige Aushöhlung entsteht. Der verschmälerte laterale Teil des Kiefers zeigt an der Aussenseite des Gelenks eine diesem parallele Crista (Crista extra-articularis mandibulae *Crextart*), und ventral und caudal davon einen starken winkelig vorspringenden Höcker (Proc. infraarticularis mandibulae *Pinfrart*)[1].

Der Ursprung des Adductor mandibulae lateralis I erfolgt breit fleischig an der queren vorderen (symphysialen) Fläche des Palatoquadratum, wo sich die beiderseitigen Muskeln einander stark nähern (F. 59, 60 *Aml* 1°); mit einigen oberflächlichen Fasern an der Fortsetzung der Endsehne des Palatoquadratum (F. 60 *) (vgl. oben.); ferner sehnig am Proc.

[1] Die hier gegebenen Bezeichnungen sind nur als ganz provisorische gedacht. Sie müssen in der Zukunft durch andere, durch umfassende Vergleiche morphologisch besser begründete, ersetzt werden.

anterolateralis palatoquadrati und mit sehr starker medialer Sehne am dentalen Teil der Knickungsstelle des Oberkiefers; schliesslich am articularen Schenkel des Palatoquadratum (caudal vom Proc. anterolateralis (F. 62 *l''*). Die gesammte Muskelmasse zieht im Bogen um den Mundwinkel schräg caudalwärts auf die ventrale Fläche des Mandibulare. Die symphysiale Portion wird dort, wo sie am Mundwinkel vorbeizieht, an der Oberfläche sehnig (F. 61 *t*). Dieser Teil des Muskels setzt sich fort in eine abgeplattete, breite, durch innere Längssehnen mehrfach gefiederte Portion, die rostral von der queren Crista und an deren Vorderseite inseriert (F. 61 a). Der mächtige übrige Teil des Muskels umzieht die Crista lateral und caudal, wobei die starke mediale Sehne in der Rinne hinter der Crista liegt. Die Insertion geschieht überall an der vom Muskel bedeckten Knorpelfläche (mit Ausnahme desjenigen Teils der Rinne, dem die Sehne anliegt), doch vereinigt sich ein bedeutender Teil des Muskels in der Medianlinie hinter der Crista mit dem antimeren Homologon, wobei die Oberfläche grossenteils sehnig wird (F. 61 *Aml I''*). Eine ziemlich selbständige Stellung nimmt ein Muskelbündel ein, das am medialen Teil des Proc. dorsocaudalis und etwas medial davon an der oberen und vorderen Fläche des articularen Teils des Palatoquadratum entspringt. Diese Portion verjüngt sich ventrocaudalwärts und inseriert sehnig am dorsalen (dentalen) Rand des articularen Teils des Mandibulare. Sie ist caudal vom N. V_3 gelegen (F. 59).

Der Adductor mandibulae lateralis II (vgl. S. 70) bildet einen kompakten Muskelballen lateral vom Gelenk. Von der lateralen Seite gesehen (vgl. F. 59) zeigt dieser Ballen eine rostrale und eine caudale Faserlage, die einen mittleren, sehnig umschlossenen Teil einhüllen und sich an der Oberfläche des letzteren befestigen, wobei zwischen beiden nur ein schmaler sehniger Streifen frei bleibt. Am besten orientiert ein Querschnitt über den Bau (vgl. Textf. 23). Man erkennt an demselben, dass der mittlere Teil aus einem zweizeilig gefiederten Muskel mit starker innerer Sehne besteht. Die vordere, umhüllende Faserlage entspringt mit starker oberflächlicher Sehne und einigen fleischigen Fasern an der dem Gelenk zugewendeten Fläche des Proc. dorsocaudalis palatoquadrati, die zentrale Sehne der inneren Portion dagegen wie auch der rostrale Teil der umhüllenden Portion an der Crista extra-articularis mandibulae. Dorsal setzt sich die die innere Portion lateral umhüllende Aponeurose in einen sehnigen Zipfel fort, an dem ein Teil der Fasern der caudalen umhüllenden Muskelportion inserieren. Letztere entspringen grösstenteils mit oberflächlicher Sehne am Mandibulare. Ich halte es nicht für zweifelhaft, dass diese innere Portion dem Add. γ entspricht, wie denn auch die diese umhüllenden Portionen bei den primitiveren Rochen ihre Homologa besitzen.



Textf. 23. *Myliobatis aquila.* Schnitte durch den Add. mand. lateralis II vertikal zur Oberfläche in der Richtung der Linien I, II in Fig. 59. Näheres im Text

Hinsichtlich des M. ethmoideo-parethmoidalis vgl. S. 70.

Der M. intermandibularis ist offenbar infolge der medialen Verwachsung der beiden Unterkieferhälften verloren gegangen (S. 81). Möglicherweise sind jedoch Reste von ihm noch in der hinter der Crista transversalis mandibulae gelegenen Portion des *Aml 1* enthalten.

Der N. V_3 entsendet, noch bevor er sich vom R. maxillaris superior (vgl. S. 83) getrennt hat, den Nerv für die Derivate des C_1d. Dieser Nerv spaltet sich gleich darauf in zwei Äste, von denen derjenige für den M. spiracularis (vgl. S. 87) auf dem letzteren Muskel einen Plexus bildet (vgl. F. 60 gestrichelt)[1] während der andere (in F. 60 punktiert) den Levator palatoquadrati versorgt. Beim Übertritt über die Kante des Palatoquadratum (dicht articularwärts vom Proc. laterocaudalis) giebt der N. V_3 eine Reihe von Ästen an die verschiedenen Teile des Add. mandibulae lateralis I ab (vgl. S. 90).

Rostrale (symphysiale) Äste (F 59):

a) für die am symphysialen Teil des Palatoquadratum entspringende Portion des Adductor mandibulae lat. I;

b) starker, rascher in die Tiefe und schräg rostroventralwärts ziehender Ast für dieselbe Portion;

c) Ast von gleicher Stärke wie der vorige; dringt unter reichlicher Verzweigung an den Muskel ventralwärts in die Tiefe: entsendet an die Mundschleimhaut ein Paar Ästchen;

d) ein Paar kleine Muskeläste (für den Add. mand. lat).

Caudale Äste:

e) für die am Proc. dorsocaudalis entspringende Portion und die an dem Proc. infraarticularis sich befestigenden Fasern (Add. mand. lateralis II);

f) ein Paar Äste mit langem oberflächlichem Verlauf. Sie senden Verzweigungen in den caudalsten Teil des Adductor mandibulae lateralis I.

Die mit ? bezeichneten Äste waren bereits abgerissen und konnten nicht weiter verfolgt werden. Wahrscheinlich giebt der proximalste von ihnen Nerven an den M. ethmoideo-parethmoidalis (und an den Add. mand. lateralis II?) ab. — Die 3 distalsten sind wahrscheinlich sensibel.

Der Hauptstamm des N. V_3 wendet sich in gewöhnlicher Weise unter starker Verzweigung medialwärts.

Vgl. ferner S. 102—103.

Myliobatis tobijaei Bleeker.

Material: 1 Ex. aus Japan, Yokohama (Haberer), Zoolog. Staatssammlung, München. (Schnauzenspitze bis Hinterrand der Basis der Ventralflossen 17 $^1/_2$ cm.).

Die Untersuchung dieser Art geschah um nachzuprüfen ob der bei voriger Art gefundene Mangel eines Derivats des vom N. V_3 versorgten M. intermandibularis der Wirklichkeit entspräche, worüber ich einigen Zweifel hegte, da die betreffende Region bei dem untersuchten Exemplar von *Myl. aquila* schon lädiert war bevor es in meine Hände kam. Das Resultat war jedoch bei *Myl. tobijaei* das gleiche. Eine Innervation des ventralen Con-

[1] Die Äste im Plexus sind in F. 60 etwas zu dick gezeichnet.

strictors durch den N. V_3 konnte nirgends festgestellt werden. — Wie bei *Myl. aquila* gehen auch hier die ventro-caudalen Adductorportionen ohne Grenze in einander über (hinter der Crista transversalis mandibulae). Die übrigen Teile wurden nicht untersucht, da das Exemplar noch systematischen Zwecken dienen sollte.

Kap. XI. Phylogenetische Folgerungen.

Diplospondyli.

Auf Grund des Vorhandenseins von 6 Kiemenspalten, nur einer Rückenflosse, Übereinstimmung im Bau des Gehirns, der Wirbelsäule, etc. wurde *Chlamydoselache* schon von seinen ersten Untersuchern (Garman 1885, Günther 1887, u. A.) in Beziehung zu den Notidaniden gebracht. Diese verwandtschaftlichen Beziehungen werden durch vorliegende Untersuchungen insofern bestätigt, als das auffallende Fehlen eines vom Trigeminus innervierten Intermandibularis beiden gemeinsam ist und sie in dieser Beziehung allen anderen Haien gegenüber stehen (vgl. jedoch *Centrina* S. 76 Anm.). Weniger Gewicht dürfte in systematischer Beziehung auf die für beide gemeinsame weite Mundspalte und die dadurch bedingten Umgestaltungen zu legen sein: horizontale Lage und mehr oder weniger hochgradige Rückbildung des M. praeorbitalis und Reduktion des Spritzlochs. Sind die Familien *Chlamydoselachidae* und *Hexanchidae* ohne Zweifel unter einander näher verwandt als mit irgend welchen anderen rezenten Formen, so ist doch die Kluft zwischen ihnen heute eine weite (Zähne, Postorbitalgelenk, Add. γ), was schon Garman (1885) richtig erkannte, und eine Vereinigung beider zu einer einzigen Familie (Günther 1887, Smith-Woodward 1889) nicht zweckmässig (vgl. auch K. Fürbringer, 1904 p. 466). Am richtigsten scheint es mir mit Jordan und Evermann (1896) beide Familien als *Diplospondyli* den *Astro-* und *Cyclospondyli* gegenüberzustellen [1].

Hinsichtlich der vom N. trigeminus versorgten Muskulatur erwiesen sich die *Diplospondyli* nicht als primitiv und das gilt besonders von den Notidaniden, — sondern als relativ stark sekundär verändert (vgl. S. 41, 49, 75). Sie können also in dieser Beziehung nicht als Ausgangspunkt für die bei den *Astro-* und *Cyclospondyli* waltenden Ver-

[1] Damit stimmt die Auffassung Regan's (1906) überein, der die in Rede stehenden Haie als Division *Notidanoidei* seinen Divisionen *Galeoidei (=Astrospondyli* nach Abzug der *Cochliodontidae, Hybodontidae* und *Heterodontidae)* und *Squaloidei* (=*Cyclospondyli* + die drei erwähnten Familien) gegenüberstellt. In der Indifferenz der Bezeichnungen Regan's liegt ein wesentlicher Vorteil. — Die Arbeit R.'s wurde mir erst nach Abschluss des Manuskripts zugänglich und konnte deshalb nur noch in diesem Kapitel berücksichtigt werden.

hältnisse gedacht werden [1]. Damit soll selbstredend nicht geleugnet werden, dass die fraglichen Formen in gewissen Beziehungen sehr ursprüngliche Eigenschaften bewahrt haben [2]. Sie stellen am Stamm der Haie einen sehr früh sich absondernden Zweig dar.

Astrospondyli.

Unter den *Astrospondyli* lassen sich auf Grund der Ausbildung der vom Trigeminus innervierten Muskulatur hauptsächlich 4 verschiedene Reihen unterscheiden.

1. Die Lamniden (im Sinne von Günther 1870). Gemeinsam für alle hierher gehörige Formen ist die in rostrocaudaler Richtung stark ausgedehnte Mundspalte, welche die S. 8, 9, 41, 61 erwähnten Eigentümlichkeiten der Muskulatur im Gefolge hat. Die von den bisherigen Untersuchern hauptsächlich auf Grund der Zähne festgestellte nahe Verwandschaft von *Mitsukurina* und *Odontaspis* verleugnet sich auch in dem von mir untersuchten Gebiet nicht (vgl. z. B. den M. praeorbitalis S. 39). Selbständiger stehen *Lamna* und *Alopias* da.

2. *Scylliorhinidae* (nach Ausschluss der *Orectolobidae*) und *Carchariidae*. Diese beiden Familien erweisen sich durch den Besitz einer vom C_1d stammenden Lid- und Spritzlochmuskulatur als unter einander verwandt (S. 16—29).

Unter den Scylliorhiniden zeigen die Gattungen *Pristiurus* und *Scylliorhinus* in bezug auf die erwähnte Muskulatur bedeutende Differenzen. Während die letztere Gattung sich sehr einförmig verhält, konnte bei *Pristiurus* eine starke Variabilität festgestellt werden. Von Interesse ist der Befund bei *Pristiurus sp.* 2, insofern derselbe Anklänge an die bei *Scylliorhinus* waltenden Verhältnisse zeigt (vgl. S. 18). — *Pr. xaniurus*, der trotz seiner starken „Säge“ an der Schwanzbasis bisher wegen seines *Scylliorhinus*-artigen Habitus zu dieser Gattung gestellt wurde, erweist sich durch den Bau seiner Lidmuskulatur als ein typischer *Pristiurus*.

Pristiurus bietet trotz mancher spezifischer Eigentümlichkeiten, hinsichtlich der Derivate des C_1d so deutliche Anknüpfungen an die primitivsten Carchariiden (*Mustelus* und *Triakis*), dass eine nahe Verwandschaft dieser Formen untereinander nicht bezweifelt werden kann. Eine direkte Ableitung der einen von den anderen ist jedoch nicht möglich. — *Pristiurus* nimmt somit eine gewissermassen zentrale Stellung innerhalb der *Scylliorhinidae* + *Carchariidae* ein [3].

---

[1] Mrs. Hawkes (1907 p. 988) fand bei Untersuchung der kranialen Nerven ebenfalls, dass bei *Chlamydoselache* in dieser Beziehung nicht sehr ursprüngliche Verhältnisse vorliegen.

[2] Vgl. auch die oberflächliche Lage des N. V_3(S. 84), und die Nn. ad. m. add. mandibulae S. 89.

[3] K. Fürbringer (1904 p. 470, 473) fand bei *Pristiurus* (unpaare Flossen) sehr primitive Verhältnisse.

Unter den Carchariiden lässt sich, wie schon Ridewood (1899) es geschildert hat, Schritt für Schritt eine Entwicklung der Lidmuskulatur verfolgen, die von *Mustelus* und *Triakis* durch *Galeus* zu *Carcharias* und *Sphyrna* führt. Innerhalb der letzteren Gattung stellt *Sph. malleus* den primitivsten Befund dar, *Sph. tudes*[1] vermittelt die extremen Differenzierungen, zu denen die starke Verlängerung der Kopflappen bei *Sph. blochii* führte.

3. *Chiloscyllium.* Die Beurteilung der systematischen Stellung dieser Gattung bietet grosse Schwierigkeiten.

Ob die Scheidung des C_1mv vom C_2mv (S. 77) ein primitives Merkmal darstellt ist sehr ungewiss. Im Allgemeinen weist die vom N. V innervierte Muskulatur eine hohe Differenzierung auf[2].

Zu Gunsten einer Verwandtschaft mit den Gruppen 1 und 2 könnte die auch dort vorhandene Verwachsung der Nn. V und VII angeführt werden. Dazu käme vielleicht noch der Vergleich der Zwischensehne von *Ch* mit derjenigen der Lamniden (vgl. S. 62). Im Übrigen sucht man in dem von mir studierten Gebiet vergebens nach Anklängen an die erwähnten Familien.

Eine Abstammung von den *Scylliorhinidae* ist mit Bestimmtheit auszuschliessen. Auch eine Ableitung von *Odontaspis*-ähnlichen Vorfahren (Regan 1906, p. 741) halte ich mit Rücksicht auf die weite Mundspalte und die damit zusammenhängenden Veränderungen dieser Formen, für wenig wahrscheinlich, wenngleich die Möglichkeit, dass überhaupt Beziehungen zu Lamniden existieren, nicht in Abrede gestellt werden soll.

Es wurde schon wiederholt darauf hingewiesen (S. 38, 51—54), dass in der starken rostralen Verschiebung des Kieferapparates und in der kleinen Mundöffnung Bedingungen gegeben waren, die eine in vielen Punkten mit *Heterodontus* übereinstimmende Muskulatur entstehen liessen (starke Entfaltung des M. praeorbitalis, Vorhandensein eines Add. γ, etc.). Es liegt nahe bei der Hand hier eine Verwandtschaft anzunehmen, zumal sich zu Gunsten einer solchen auch andere Merkmale (z. B. die Nasenrinne) anführen liessen. Ob es sich aber wirklich um genetische Beziehungen oder bloss um Homomorphieen handelt, erscheint mir vor der Hand noch ganz ungewiss[3]. Es steht zu hoffen,

---

[1] Ich stütze mich auf die Darstellung dieser Art bei Ridewood (1899).

[2] Eine solche zeigt sich auch in der grossen Selbständigkeit des Levator hyomandibularis sowie darin, dass sich von den Mm. rectus internus und inferior besondere, am knorpeligen Augenträger inserierende, diesen bewegende Muskeln abgespalten haben (F. 25 *Rita, Ria*).

[3] Auch das Vorhandensein einer Nasenrinne dürfte in Beziehung zur Lage des Mundes in der Nähe des Vorderendes stehen.

dass künftige Untersuchungen, die den ganzen Körper umfassen und sich auch auf andere Repräsentanten der *Orectolobidae* erstrecken, hier Klärung schaffen werden.

4. *Heterodontus* steht, sofern ich von der soeben erörterten Ähnlichkeit mit *Chiloscyllium* absehe, hinsichtlich der von mir untersuchten Teile sehr vereinzelt da. Während das einem Add. γ vergleichbare Bündel des Add. mand. die auf anderen Gebieten (Flossenstacheln, Bau der Mixipterygien) gefundenen Beziehungen zu Squaliden bestätigen, könnte der hoch dorsal hinaufreichende Ursprung des M. praeorbitalis eher zu Gunsten einer Verwandschaft mit den *Astrospondyli* angeführt werden, wie eine solche auch auf Grund des Vorhandenseins einer Analflosse angenommen wurde. Bei der in spezieller Richtung stark modifizierten Gestalt des Kieferapparats darf allerdings den erwähnten myologischen Merkmalen nur ein sehr bedingter Wert zugeschrieben werden. Immerhin kommen auch durch sie jene doppelten Beziehungen der *Heterodontidae* zum Ausdruck, denen zu Folge sie bald unter den *Astrospondyli* untergebracht wurden (Jordan & Everman 1896, Smith-Woodward 1889) bald mit den Squaliden zu einer Division *Squaloidei* vereinigt wurden (Regan 1906) und die auch Günther (1870) veranlasst haben werden, die Fam. *Cestraciontidae* zwischen die *Scyllidae* und die *Spinacidae* zu stellen.

Cyclospondyli.

1. Unter den Squaliden fällt *Echinorhinus* durch des Fehlen des Add. γ und die Einheitlichkeit des $C_1 d$ (vgl. jedoch S. 9) auf, Merkmale, die ihn von allen anderen von mir untersuchten cyclospondylen Haien unterscheiden. Die Aufstellung einer besonderen Familie *Echinorhinidae* Jordan & Evermann liesse sich deshalb auch mit Rücksicht auf die Trigeminus-Muskulatur verteidigen.

2. Auch *Somniosus* und *Scymnorhinus* wurden von verschiedenen Verfassern als Familie von den übrigen Squaliden abgetrennt (Fam. *Scymni* Hasse, *Dalatiidae* Jordan & Evermann, *Laemargidae* Helbing). Zwar besitzen diese Formen auch inbezug auf die vom N. V innervierte Muskulatur in der Zweibäuchigkeit des M. praeorbitalis ein auffallendes Merkmal; dasselbe findet sich aber auch bei *Centrina*, ferner bei *Centroscymnus*. Letzterer steht *Centrophorus* so nahe, dass eine weitere Trennung dieser beiden Formen im System unnatürlich wäre. Ziehe ich nun die Untersuchungen Helbing's (1904) in Betracht, welche einerseits verschiedene Übereinstimmungen zwischen den Laemargiden und *Centrina* zu Tage förderten (lateroventrale Kiele am Körper der Embryonen, p. 360—361; Subcaudalstrang, p. 458—469), andererseits die Kluft zwischen den stacheltragenden Squaliden und den stachellosen *Somniosus* und *Scymnorhinus* durch den Nachweis rudimentärer Stacheln bei den lezteren verringerten, so komme ich zu dem Schluss, dass alle die

erwähnten Formen mit ventralem Bauch des M. praeorbitalis zwar unter einander näher verwandt sind, ihre Abtrennung als besondere Familie aber nicht geboten erscheint.

Unter den übrigen untersuchten Squaliden zeigen hinsichtlich der V-Muskulatur einerseits *Centrophorus* und *Squalus*, andererseits *Centroscyllium* und *Etmopterus* nähere Anklänge an einander.

3. *Pristiophorus* stellt sich, in Einklang mit den Resultaten Jaekel's (1890) als eine durch starke Spezialisierung von Squaliden-artigen Vorfahren abzuleitende Form dar. Immerhin hat sie sich von jenen Stammformen so weit entfernt, und zwar in bezug auf alle einzelnen hier in Frage kommenden Muskeln, dass ein Beibehalten der Familie *Pristiophoridae* von diesem Gesichtspunkt aus erforderlich erscheint (gegen Regan 1906).

4. Die alte Frage, ob *Squatina* eine Übergangsform zwischen Haien und Rochen darstellt, ist längst in negativer Richtung beantwortet worden (Jaekel 1894 u. A.)[1]. Immerhin konnten beim Meerengel, abgesehen von der platten Körpergestalt eine Anzahl Merkmale [Bau der Wirbelsäule (Hasse), der Mixipterygien (Jungersen, Huber)] festgestellt werden, die so nahe mit denen der Rochen übereinstimmten, dass beide als divergente Zweige eines dem Stamm der *Squalidae* entsprossenden Astes aufgefasst werden konnten (Regan 1906 p. 751).

Dass der Kieferapparat von *Squatina* sich demjenigen der Haie anschliesst, war längst durch Gegenbaur (1872) bekannt, und kürzlich hat Regan (1906 p. 751; f. 115 p. 734) diesen Punkt wieder besonders hervorgehoben. Speziell ist die starke Entfaltung des Palatobasalfortsatzes bemerkenswert. Dem entsprechend ist auch die V-Muskulatur im Grossen und Ganzen mit derjenigen der Haie übereinstimmend. Dem auch bei manchen Rochen konstatierten Fehlen des M. praeorbitalis kann in phylogenetischer Beziehung keine Bedeutung beigemessen werden, da die meisten Rochen ihn besitzen. Ein Merkmal, das bei anderen Haien stets vermisst wird, bei Rochen aber Regel ist, ist das Übergreifen der Insertion des M. spiracularis auf das Hyomandibulare. Wahrscheinlich hängt diese Eigentümlichkeit damit zusammen, dass bei *Squatina*, wie bei den Rochen, die eine Anpassung an das Leben am Boden darstellende, platte Körpergestalt zu einer veränderten, erhöhten Bedeutung des Spritzlochs führte, und dass damit auch der M. spiracularis neue Beziehungen anknüpfte, die einen effektiveren Verschluss der Öffnung ermöglichten.

Bemerkenswert ist ferner die aussergewöhnlich starke Überlagerung des Trigeminus-Gebietes durch den Facialis-Constrictor. Die Differenzierungen dieser Muskulatur

[1] Durch die soeben erschienenen Untersuchungen von Baglioli (1907) und Darbishire (1907) wurde für *Squatina* ein ganz eigentümlicher, von demjenigen der übrigen Haie und der Rochen abweichender Atmungsmodus festgestellt. Damit hängen ohne Zweifel manche Eigentümlichkeiten in der Muskulatur zusammen. Vermutlich steht z. B. das Fehlen des M. praeorbitalis mit der Unbeweglichkeit der Kiefer während der Atmung (keine Spreizung der articularen Kieferenden) in Beziehung. [Zusatz bei der Korrektur].

drängen zum Vergleich mit dem Levator rostri und dem Depressor rostri der *Batoidei*, mit denen sie manche Übereinstimmung zeigen [1].

Es liegt nahe bei der Hand das Verhalten dieser beiden Muskeln zu Gunsten einer näheren Verwandtschaft mit den Rochen zu deuten. Ähnliche Befunde bei anderen Haien mahnen aber zur Vorsicht bei der Beurteilung solcher Differenzierungen. *Sphyrna blochii* besitzt z. B. an dem gleichfalls abgeplatteten Kopf Fasern des C_2v, die sich an der sehnigen oberflächlichen Fascie anheften und durch diese einen caudalwärts gerichteten Zug auf den caudalen Rand der Basis des seitlichen Kopflappens ausüben. Es ist deshalb möglich, dass es sich auch bei der Ähnlichkeit dieser Muskeln bei *Squatina* und den *Batoidei* nur um Konvergenzerscheinungen handelt, die mit der Abplattung des Körpers in Konnex stehen.

Ich komme also zu dem Resultat, dass die hier besprochenen myologischen Merkmale zwar eher für als gegen die angeführte Auffassung Regan's sprechen, ein bestimmteres Urteil aber nicht erlauben.

Batoidei.

Dass die Rochen von Squaliden-ähnlichen Formen abstammen, ist ziemlich allgemein anerkannt [2] und stimmt auch durchaus mit den Resultaten meiner Untersuchungen überein. Dafür sprechen vor allen Dingen der ventrale Ursprung des M. praeorbitalis und der fast stets gut entwickelte Add. γ. Alle Übergänge inbezug auf die V-Muskulatur fehlen zwischen Haien und Rochen (über *Squatina* vgl. oben). Letztere stellen daher

[1] Da diese Muskeln, soweit mir bekannt, bisher in der Litteratur nicht erwähnt wurden, lasse ich hier eine Beschreibung derselben folgen. Eine dorsale Differenzierung F. 18, $C_2d\alpha$ steht in direktem Zusammenhang mit dem C_2dv, teils derart, wie es die zitierte Figur zeigt, teils indem von der Ventralseite kommende, von dem $C_2d\alpha$ bedeckte Fasern, statt in der gewöhnlichen Bahn des C_2dv dorsalwärts zu verlaufen, caudalwärts in den betreffenden Muskel eintreten. Auch zwischen die Mm. C_3d—C_5d strahlten einzelne Fasern aus; ob dabei nur eine Verflechtung der Fasern zustande kam, oder ob einzelne Fasern der von den Nn. IX und X versorgten Muskeln sich dem $C_2d\alpha$ anschliessen, blieb unentschieden. Jedenfalls wird er zum grössten Teil vom N. VII versorgt. Die Fasern strahlen in jenen Hautlappen aus, der sich von der Kiemenregion lateralwärts über den vordersten Teil der Brustflosse erstreckt. — Durch ein weiteres Übergreifen der Insertion in rostraler Richtung liesse sich ein Verhalten wie bei dem Levator rostri der Batoidei ableiten.

Ventral erstreckt sich (Textf. 16 links, S. 79) ein langer Zipfel des C_2v über den articularen Teil des Adductor mandibulae hinweg rostralwärts. Oberhalb der Lippenfalte geht er in eine Aponeurose über, die eine ventrale Fortsetzung von der Aponeurose des Add. γ darstellt. Durch diese Sehnenplatte wird ein Zug des Muskels sich bis zur Ethmoidalregion fortpflanzen.

[2] Das gilt vor allen Dingen für die *Rhinoraji* Jaekel's (1894, 1898). Für die *Centrobati* beansprucht dieser Forscher dagegen eine Abstammung von *Ptychodus-* oder *Asteracanthus-* (Fam. *Hybodontidae*) ähnlichen Vorfahren. Erstere Gattung erwies sich inzwischen als ein bereits in den Kreis der *Centrobati* gehöriger Roche (Smith-Woodward 1904).

auch in dieser Beziehung eine sehr natürliche, scharf umschriebene Gruppe dar. Der in allen Familien der *Batoidei* sich findende Zerfall des Adductor mandibulae in drei Portionen, die gleichartigen Grundzüge im Bau des Adductor mandibulae lateralis II, machen eine diphyletische Abstammung der rezenten Rochen (Jaekel 1894, 1898) sehr unwahrscheinlich (vgl. S. 73—74). Ich neige zur Annahme, dass Jaekel die systematische Verwertbarkeit des histologischen Baues der Zähne, (je nachdem sie aus Pulpodentin oder Vasodentin bestehen) überschätzt hat. Damit soll nicht geleugnet werden, dass diese Charaktere für die Beurteilung der verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Rochenfamilien unter einander von grossem Wert sind. Die Trennung der *Rhinoraji* und *Centrobati* Jaekel's bedeutet gewiss einen wesentlichen Fortschritt, doch möchte ich dieselben als zwei früh getrennte Äste am Stamm der *Batoidei* aufgefasst wissen.

Als primitivste Formen unter den Rochen wurden bald die Pristiden, bald die Rhinobatiden hingestellt.

Die erstere Auffassung, welche hauptsächlich auf die äusserliche Übereinstimmung mit *Pristiophorus* gegründet war, ist seit dem Erscheinen von Jaekels Arbeit über die letztere Gattung (1890) wohl allgemein verlassen worden[1], und die Übereinstimmung beider Formen wird als Konvergenzerscheinung aufgefasst. Auch inbezug auf die Kiefermuskulatur erweist sich *Pristiophorus* als reiner Hai, *Pristis* durchaus als Roche. Dabei sind aber spezielle Übereinstimmungen nicht zu verkennen. Wie *Pristiophorus* derjenige Hai ist, bei dem der M. praeorbitalis die relativ stärkste Entwicklung erreicht, wie bei ihm fast der gesammte Adductor mandibulae sich an der jochbogenartigen Spange befestigt, so weist auch *Pristis* unter allen untersuchten *Batoidei* den mächtigsten M. praeorbitalis auf, und bei keinem anderen Rochen ist die Befestigung des Add. mandibulae am Cartilago parethmoidalis eine so ausgedehnte wie hier. — *Pristiophorus* erweist sich durch die gänzliche Trennung von M. spiracularis und Levator palatoquadrati als der in dieser Beziehung rochenähnlichste unter den *Cyclospondyli; Pristis* nähert sich durch den ungespaltenen Ursprung des Levator palatoquadrati mehr den Haien als irgend ein anderer Roche, verhält sich also hierin auch primitiver als die Rhinobatiden.

Indem ich an der Auffassung Jaekel's festhalte, deute ich die erwähnten Übereinstimmungen der Muskulatur als Konvergenzerscheinungen, die warhrscheinlich korrelativ durch die ähnliche Körpergestalt hervorgerufen wurden. Eine andere Deutung ist kaum möglich, denn sie würde zu der Konsequenz führen, dass alle Rochen von so hoch spezialisierten Formen wie es die Sägefische sind, abzuleiten wären.

[1] Vgl. besonders Stromer 1905.

Die Übereinstimmung im Bau der vom Trigeminus innervierten Muskulatur bei den Rhinobatiden und den neuerdings wiederholt zu dieser Familie gerechneten Pristiden ist eine so grosse, dass eine nahe Verwandschaft beider nicht bezweifelt werden kann. Der erwähnte einheitliche Ursprung des Levator palatoquadrati ist unzweifelhaft ein primitiveres Verhalten als der gespaltene, wie er sich bei den Rhinobatiden findet. Auch die Insertion des M. spiracularis profundus erscheint bei der ersteren Gattung etwas primitiver. Diese Befunde deute ich so, dass die Pristiden von Rhinobatiden abstammen, die in den in Rede stehenden Beziehungen noch nicht den Differenzierungsgrad der untersuchten Repräsentanten dieser letzteren Familie erreicht hatten.

Die V-Muskulatur der Rajiden ist, abgesehen von der noch dunkeln Entstehung der Zwischensehne des Lev. palatoquadrati (vgl. S. 31—32) — offenbar durch weitere Differenzierung aus einem demjenigen der Rhinobatiden ähnlichen Zustand hervorgegangen.

Meine Untersuchungen umfassten zu wenig Gattungen der *Centrobati* [1] um bestimmtere Generalisierungen hinsichtlich der von den *Rhinoraji* abweichenden Merkmale zu erlauben. Immerhin deuten die Übereinstimmungen in Ursprung und Bau des M. spiracularis (S. 13—14) in der Insertion des Levator palatoquadrati (S. 31) und im Vorhandensein eines dorsalen Bauches des Adductor mandibulae medialis auf eine nähere Verwandtschaft von *Trygon* und *Myliobatis* unter einander als mit typischen *Rhinoraji*.

Letzteres Merkmal findet sich allerdings auch bei der inbezug auf die Kiefer und ihre Muskulatur primitivsten Form unter den untersuchten *Torpedinidae*, bei *Astrape*. Übereinstimmungen im Bau des M. spiracularis bei Torpediniden und den *Centrobati* wurden S. 15 erwähnt. Auch in der articular- und caudalwärts gerichteten Verschiebung des M. intermandibularis (*$C_1 mv$*) bei *Trygon* und den Torpediniden könnte man einen Anklang der letzteren an die *Centrobati* erblicken. Den beiden letzteren Merkmalen möchte ich hinsichtlich ihrer phylogenetischen Bedeutung nur sehr geringen Wert zuerkennen, da sie mehr gradueller Natur sind, und recht wohl unabhängig in beiden Gruppen erworben werden konnten. Mehr Gewicht lege ich auf den dorsalen Bauch des Add. mandibulae medialis. Sollte sich das Fehlen des letzteren bei allen *Rhinoraji* bestätigen, während er für die *Centrobati* und primitivere Torpediniden typisch ist, so wären darin Beziehungen der letzteren zu den *Centrobati* gegeben, während bisher bei den elektrischen Rochen hauptsächlich Anknüpfungen an die *Rhinoraji* gefunden wurden [1]. Aller Wahrscheinlichkeit nach haben sich die *Torpedinidae* sehr früh als selbständige Gruppe abgetrennt. Ich möchte sie als eine den *Rhinoraji* und *Centrobati* koordinierte Einheit

[1] Diese Beziehungen werden durch das Vorhandensein eines stielartigen zweiten Spritzlochknorpels bei den Rhinobatiden bestätigt (vgl. S. 11).

auffassen. Es ist das ein Mittelweg zwischen der von JAEKEL vorgenommenen Einrangierung der Torpediniden unter die *Rhinoraji* und der von REGAN (1906) vorgeschlagenen Einteilung der Rochen in zwei Divisionen, von denen die eine, *Narcobatoidei*, die elektrischen Rochen, die andere, *Batoidei*, alle anderen Familien umfasst.

Figurenerklärung.

Für alle Figg. gelten folgende Bezeichnungen.

Add γ M. adductor γ.
Am M. adductor mandibulae.
Aml 1 „ „ lateralis 1.
Aml 2 „ „ „ 2.
Amm „ „ medialis.
Apon Aponeurose.
Ast Augenträger.
Ce Canalis endolymphaticus.
Cht Chorda tympani.
Cio Canalis infraorbitalis.
Cl Lippenknorpel.
Cli Unterer Lippenknorpel.
Cls Obere Lippenknorpel.
Cpe Cartilago parethmoidalis.
Csp Constrictor spiraculi.
Cspir Spritzlochknorpel.
Dps M. depressor palpebrae superioris.
Dpsi „ „ „ „ internus.
Dr M. depressor rostri.
Dsp Dilator spiraculi.
f Fascie.
H Hyoid.
Hm Hyomandibulare.
Int Integument.
Lhm Levator hyomandibularis (TIESING).
Lig Ligament.
Lighmmd Lig. hyomandibulo-mandibulare.
Lp Levator palatoquadrati.
Lpn M. levator palpebrae nictitantis.
Lr M. levator rostri.
m Motorischer Nervenast.
Mem M. coraco-mandibularis.
Md Mandibulare.
Mepc (Mep) M. ethmoideo-parethmoidalis.
Msp M. spiracularis.
Mspin Spinale Muskulatur.
Na γ Nerv des Add. γ.
Nam „ „ M. adductor mandibulae.
Namm „ „ *Amm* (vgl. oben!).
Naml 1 „ „ *Aml 1* „
Naml 2 „ „ *Aml 2* „
Namm „ „ *Amm* „
Nb N. buccalis.
Nc₁d Nerv des C_1d.
Nepe „ des *Mepe* (vgl. oben).
Nk Nasenkapsel.
Nop N. ophthalmicus profundus.
Nos N. „ superficialis.
Npar Nn. parietales.
Npro Nerv des M. praeorbitalis.
Oc Auge.
Oi M. obliquus inferior.
Os M. „ superior.
Pn Nickhaut.
Pog Postorbitalgelenk.
Ppbs Proc. palatobasalis.
Ppo Proc. postorbitalis.
Pq Palatoquadratum.
Pro M. praeorbitalis.
Propt Propterygium.
Prov Ventraler Bauch des M. praeorbitalis.
Re M. rectus externus.

Rea M. rectus externus A (Hawkes).
Reb M. „ „ B (Hawkes).
Ri M. „ inferior.
Rit M. „ internus.
Rm Ramus mandibularis (N. VII).
Rpal Ramus palatinus (N. VII).
Rps M. retractor palpebrae superioris.
Rs M. rectus superior.
s Sensibler Nervenast.
Spir Spritzloch.
t Sehne.
Tadd γ Sehne des Add γ.
Thym Thymus.
Tmo Ursprungssehne der Mm. recti.
Trap M. trapezius.
Zs Zwischensehne.

Die der Vetter- (1874) Ruge- (1896) schen Terminologie entnommenen Bezeichnungen C_1d, C_1mv, C_2md, C_2mv, C_2dv, etc, bedürfen wohl in der Regel keiner besonderen Erklärung, sondern verweise ich auf die Schriften dieser Verfasser.

Die Nerven der betreffenden Constrictor-Derivate bezeichne ich durch ein davor gesetztes N. z. B. Nc_1d, Nc_1mv, u. s. w.

Ein kleines ° oder ' rechts oberhalb des Muskelnamens bezeichnet Ursprung oder Insertion.

Die Kopfnerven wurden mit römischen Ziffern bezeichnet z. B. *II* N. opticus.

Hinsichtlich der oben nicht angegebenen Bezeichnungen vergleiche man die einzelnen Figurenerklärungen und den Text.

Tafel I.

F. 1. *Chlamydoselache anguinea.* $^1/_1$. Seitliche Ansicht. M. intermandibularis etwas ventralwärts gezogen. *Mcli* am unteren Lippenknorpel entspringende selbständige Portion des Adductor mandibulae, *Nmcli* Nerv dieser Portion.

F. 2. *Heptanchus cinereus.* $^1/_1$. Seitliche Ansicht des Kopfes nach Entfernung der Haut. * Sehniger Strang, der vom Mundwinkel zum Kiefergelenk zieht.

F. 3. Dieselbe Art nach Entfernung der oberflächlichen Sehnen und Fascien. Der Verlauf der motorischen Äste in der Tiefe ist durch Punktierung oder Strichelung angedeutet.

F. 4. Dieselbe Art. $^1/_1$. Der C_1d von der Medialseite.

F. 5. *Hexanchus griseus.* $^1/_2$. Oberer Teil der Kieferregion schräg von oben und der Seite. *T* taschenartige Falte des Integuments am Mundwinkel.

F. 6. *Echinorhinus spinosus.* $^2/_3$. Kieferregion von der Ventralseite.

F. 7. *E. s.* $^2/_3$. Umgebung des Spritzlochs von der Dorsalseite.

F. 8. *Centroscyllium ritteri.* $^1/_2$. Kopf von der Seite. (Die Fascie *f* erscheint zu dick und undurchsichtig).

Tafel II.

F. 9. *Centrophorus granulosus.*[1] $^1/_1$. Seitliche Ansicht. Der Postorbitalfortsatz ist an seiner Basis abgeschnitten.

F. 10. *Centroscymnus sp.* $^1/_1$. Seitliche Ansicht.

F. 11. *Scymnorhinus lichia.* $^1/_1$. Seitliche Ansicht. (Die Nerven waren z. T. beim Fang zerstört). Lippenknorpel durchschnitten; ihre Fortsetzung angedeutet.

F. 12. *Squalus acanthias.* $^1/_1$. Seitliche Ansicht. Der Kopf war halbiert; der Unterkiefer ist etwas lateralwärts gedreht um die intermandibulare Muskulatur zu zeigen. Nervenverlauf in der Tiefe durch Punktierung, Sehne des Add. γ und caudaler Rand der Kiefer durch Strichelung angedeutet. *Kg* Kiefergelenk, *Ag* Angulus mandibulae.

F. 13. *Etmopterus lucifer.* $^1/_1$. Teil des Kieferapparats und seiner Muskulatur in seitlicher Ansicht. Sehne des Add. γ durch Strichelung angedeutet.

F. 14. *Etmopterus spinax.* $^1/_1$. Seitliche Ansicht. Add. γ durchschnitten, in 14 a gesondert dargestellt (von der Zwischensehne an). Nerven für den Adductor mandibulae punktiert.

F. 15. *Somniosus microcephalus.* c. $^1/_2$. ($^{13,5}/_{30}$). Seitliche Ansicht. Lippenknorpel durchschnitten; Nerven nur teilweise erhalten.

F. 16. *Centrina centrina.* $^1/_1$. Seitliche Ansicht.

F. 17. *Pristiophorus sp.* Embryo. $^4/_3$. Ventralseite. Befestigung des Adductor mandibulae (Add. γ) an der jochbogenartigen Spange losgelöst, letztere durchschnitten.

F. 17 a. Dasselbe Ex. $^4/_3$. Schräg von dorsal und links. Jochbogenartige Spange in der Nähe des Kiefergelenks erhalten.

F. 18. *Squatina squatina.* $^4/_5$. Linke Kopfhälfte von der Dorsalseite. Spinale Muskulatur etwas schematisch. $C_2d\alpha$ Aus dem C_2d hervorgegangener Heber des seitlichen Kopflappens; *Mce* an der Wandung des Canalis endolymphaticus inserierender Muskel.

Tafel III.

F. 19. *Odontaspis americanus.* $^1/_2$. Ansicht von Rechts. Die Nerven waren zum grossen Teil nicht mehr erhalten.

F. 20. *Mitsukurina owstoni.* $^1/_2$. Kopf von Links.

F. 21. *Lamna glauca.* $^1/_1$. Kopf von Rechts. Die vom N.VII versorgte Muskulatur farblos, und, soweit sie den Unterkiefer deckt, durchsichtig dargestellt.

---

[1] Die Lage des N. opthalmicus profundus *(Nop)* im Verhältnis zum M. obliquus superior *(Os)* und N.IV ist in der Figur nicht richtig wiedergegeben, indem eine nach der Präpartion stattgehabte Verschiebung der beiden letzteren bei dem Zeichnen nicht beachtet wurde.

F. 22. Dasselbe Exemplar. $^1/_1$. Unterkiefer von der Ventralseite.

F. 23. *Alopias vulpes.* Sehr jung (Embryo?). $^1/_1$. Umgebung des Spritzlochs, Teil der Orbita und der Kiefermuskulatur von Rechts.

F. 24. *Chiloscyllium punctatum.* $^1/_1$. Kopf von Links. *Amh°* Am Hyomandibulare entspringender Zipfel des Adductor mandibulae, *C_2hmd* M. hyomandibularis superior (Sagemehl 1885 p. 99).

F. 25. Dasselbe Ex. $^1/_1$. Schräg von oben und links. *Ria* und *Rita* Kleine, am Augenträger inserierende Muskeln, die von dem N.III versorgt werden und dem Rectus inferior und Rectus internus entstammen dürften.

F. 26. *Heterodontus phillippii.* $^1/_1$. Kopf von rechts. Tiefer Verlauf des V_3 und seiner Äste punktiert. *C_2hmd* M. hyomandibulomaxillaris (Sagemehl 1885 p. 99); *C_2hmmd* M. hyomandibularis superior (Sagemehl l. c.).

F. 27. *Scylliorhinus stellare.* $^1/_1$. Kopf von links.

Tafel IV.

F. 28. *Pristiurus sp.* 3 (n. gen.?). $^1/_1$. Kopf von links.

F. 29. Lidmuskeln desselben Exemplars von der Medialseite; schwach vergrössert. Die Grenzen der einzelnen Portionen sind der Deutlichkeit halber etwas zu stark betont. Der Nerv (*Nc_1d*) ist aus seiner natürlichen Lage etwas nach links und unten gebogen.

F. 30. *Pristiurus melanostomus.* Lid- und Spritzlochmuskeln, unbedeutend vergrössert.

F. 31. *P. m.* $^1/_1$. Schräg von dorsal und links. (Lid- und Spritzlochmuskeln z. T. entfernt.)

F. 32. *Pristiurus xaniurus.* $^5/_4$. Rechte Lid- und Spritzlochmuskeln; Lateralansicht.

F. 33. *Mustelus vulgaris.* $^1/_1$. Kopf schräg von rechts und dorsal.

F. 34. *M. v.* $^1/_1$. Schräg von rechts und ventral.

F. 35. *M. v.* $^1/_1$. Derivate des rechten C_1d von der Medialseite.

F. 36. *M. v.* $^1/_1$. Dasselbe Präparat von der lateralen Seite.

F. 37. *M. v.* $^1/_1$. Dasselbe Präparat nach Entfernung des Levator palatoquadrati, von der Medialseite gesehen. Der Dilator spiraculi *(Dsp)* ist abgeschnitten und ventralwärts umgeschlagen. Der Punkt * des *Nc_1d* entspricht der ebenso bezeichneten Stelle in Fig. 35. *Ndps* Nerven-äste für den Depressor palpebrae superioris; *Nlpn* N. für den Levator palp. nict.; *Nrps* N. für den Retractor palp. sup.

F. 38. *Triakis scyllium.* $^1/_1$. Derivate des C_1d (rechts); Lateralansicht.

F. 39. *Carcharias (Scoliodon?)* sp. Embryo. $^5/_4$. Die Pars palatina des Palatoquadratum ist etwas zu weit ventralwärts gezogen. Die vom N.VII innervierte Muskulatur nicht koloriert, und dort, wo sie den Adduct. mand. deckt, als durchsichtig dargestellt.

F. 40. *Sphyrna zygaena.* $^1/_1$. Rechte Kopfhälfte; Dorsalansicht.

F. 41. *S. z.* $^1/_1$. Ventralansicht. Ein Teil des linken C_2v ist entfernt um die Insertion des Adductor mandibulae frei zu legen.

F. 42. *Sphyrna blochii.* $^1/_1$. Rechter Kopflappen von der Ventralseite.

Tafel V.

F. 43. *Rhynchobatus djiddensis.* $^3/_4$. Ventralansicht (links), nach Entfernung der Haut und des Depressor rostri.

F. 44. *R. d.* $^3/_4$. Dorsalansicht.

F. 45. *Rhinobatus (leucorhynchus?).* $^1/_1$. Muskeln in der Umgebung des rechten Mundwinkels; Ventralansicht.

F. 46. *Pristis zysron.* $^1/_1$. Dorsalansicht (links). Levator rostri z. T. entfernt

F. 47. *P. z.* $^1/_1$. Ventralansicht (links). Der Depressor rostri *(Dr)* vorn abgeschnitten und laterocaudalwärts umgeschlagen.

F. 48. *Trygon pastinaca.* $^1/_1$ Dorsalansicht (etwas schräg von rechts).

F. 49. *T. p.* $^1/_1$. Rechte Hälfte des Kieferapparats, herausgeschnitten. Dorsalansicht.

F. 50. *T. p.* $^1/_1$. Ventralansicht der Kiefermuskulatur in situ.

F. 51. *Torpedo marmorata.* $^1/_1$. Ventralansicht des Kieferapparats. Rechts der Depressor rostri *(Dr)* abgeschnitten. Für diese Fig. und die folgenden bis incl. F. 54 gelten folgende Bezeichnungen: *Ama, Amb, Amc, Amd* = Portion a, b, c, d, des Adductor mandibulae (vgl. den Speziellen Teil S. 146—147); *C_1hmmv* Derivat des M intermandibularis V (C_1mv); *Em* M. ethmoideo-mandibularis; *Msppr* M. spiracularis profundus; *Peq* M. parethmoideo-quadratus.

F. 52. *T. m.* $^1/_1$ Dorsalansicht. Die Mm. levatores rostri, levator palatoquadrati (links), parethmoideo-quadratus, levator hyomandibularis (links) z. T. entfernt.

F. 53. *T. m.* $^1/_1$. Seitliche Ansicht des Kieferapparats.

F. 54. *T. m.* $^1/_1$. Dasselbe Präparat nach Entfernung des grössten Teils von Palatoquadratum und Mandibulare. *Nsppr* Nerven für den M. spiracularis profundus.

F. 55. *Astrape japonica.* $^5/_4$. Ventralansicht. Für Fig. 55 bis 58 gelten die Bezeichnungen: *C_1hmmv* Oberflächliches, am Hyomandibulare entspringendes Derivat des

C_1mv (Depressor mandibulae); *C_1mvpr* Tiefe Schicht des C_1mv; *Mesp* M. ethmoideo-spiracularis.

F. 56, *A. j.* $^5/_4$. Ansicht von links (Flosse und elektrisches Organ entfernt).

F. 57. *A. j.* $^5/_4$. Linke Hälfte des Kieferapparats herausgeschnitten, von aussen gesehen.

F. 58. *A. j.* $^5/_2$. Dasselbe nach Entfernung der Muskeln.

F. 59. *Myliobatis aquila.* $^3/_4$. Kieferapparat (herausgeschnitten) von links. Für Figg. 59—62 gelten die Bezeichnungen: *Crextart* Crista extraticularis mandibulae; *Crtrmd* Crista transversalis mandibulae; *Part* Processus articularis; *Pdorsc* Proc. dorsocaudalis; *Pinfrart* Proc infraarticularis; *Prantl* Proc. anterolateralis.

I und II bezeichnen die Richtung der Schnitte Textf. 23 S. 151. Über die Nerven *a*, *b*, *c*, etc. vgl. den Speziellen Teil S. 152.

F. 60. *M. a.* $^3/_4$. Kieferapparat von der Dorsalseite.

F. 61. *M. a.* $^3/_4$. Kieferapparat von der Ventralseite.

F. 62. *M. a.* $^3/_1$. Rechte Hälfte nach Entfernung der Muskulatur.

F. 63. *Mitsukurina owstoni.* $^1/_1$. Orbita und ihre Umgebung von der Dorsalseite. Der Postorbitalfortsatz ist abgeschnitten, sein Umriss angedeutet. Levator palatoquadrati (vgl. *Lp°*) und M. praeorbitalis (vgl. *Pro°*) sind entfernt. *Proc. musc.* Lang ausgezogener Fortsatz, an dem die vier Mm. recti entspringen.

Litteraturverzeichnis.

Allis, E. Ph. jun. 1897. The cranial muscles and cranial and first spinal nerves in Amia calva. — Journal of Morphology. Vol. XII, p. 487—808, t. XX—XXXVII.

—— 1901. The Lateral Sensory Canals, the Eye Muscles and the Peripheral Distribution of certain of the Cranial Nerves of Mustelus laevis. — Q. Journal Micr. Sc. (2) Vol. 45, p. 87—236, t. 10—12.

Baglioli, S. 1907. Athmungsmechanismus der Fische. — Zeitschr. f. allg. Physiologie. Bd. VII, p. 177—282, 6 t., 7 f.

Bender, O. 1906. Die Schleimhautnerven des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus. — Semon Zool. Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel. p. 341—454, 9 t., 22 f.

Braus, H. 1906. Ueber den embryonalen Kiemenapparat von Heptanchus. — Anat. Anzeiger. Bd. XXIX, p. 545—560, 2 figg.

Brehm, A. 1892. Tierleben. Die Fische. 3. Aufl. Unter Mitwirkung von Dr. W. Haacke neubearbeitet von Pechuel-Loesche. Leipzig und Wien. Gr. 8:o, 517 p., 146 f, 11 tabb., 1 Karte.

Broili, F. 1904. Ueber Diacranodus texensis Cope (= Didymodus? compressus Cope). — Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie u. Palaeontologie. XIX. Beilageband. Stuttgart. p. 467—484, t. 24—25.

Brown, C. 1900. Ueber das Genus Hybodus und seine systematische Stellung. — Palaeontographica. Bd. XLVI, p. 147—174, t. XV—XVI.

Burckhardt, Rud. 1907. Das Zentral-Nervensystem der Selachier als Grundlage für eine Phylogenie des Vertebratengehirns. 1. Teil. Einleitung und Scymnus lichia. — Nova Acta. Abh. d. K. Leop.- Carol. Deutschen Akad. d. Naturf. (Halle). Bd. LXXIII, N:o 2, p. 241—449, t. I—V.

Chaine, J. 1900. Anatomie comparée de certains muscles sus-hyoïdiens. — Thèses prés. à la Faculté des sc. de Paris. — Lille 1900, 8:o, 210 p., 8 t.

Couvreur, E. 1902. Sur le mécanisme respiratoire de la Torpille. — C. R. Soc. Biol. Paris. Vol. 54, p. 1252—1253.

—— 1903. Sur la respiration de la Torpille. — Ann. Soc. Linn. Lyon. Vol. 49, p. 78—79.

Darbishire, A. D. 1907. On the Direction of the Aqueous Current in the Spiracle of the Dogfish: together with some Observations on the Respiratory Mechanism in other Elasmobranch Fishes. — Journal Linn. Soc. London. Vol. 30, p. 86—94, 3 f.

Doenecke, Fr. W. 1899. Untersuchungen über Bau und Entwickelung der Augenlider beim Vogel und Haifisch. Dissert. Leipzig. 8:o, 47 p., t.

Dohrn, A. 1885. Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. VII. Entstehung und Differenzirung des Zungenbein- und Kiefer-Apparates der Selachier. — Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. VI, p. 1—48, t. 1—8.

—— 1887. Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers XII. Thyreoidea und Hypobranchialrinne, Spritzlochsack und Pseudobranchialrinne bei Fischen, Ammocoetes und Tunicaten. — Mitt. Zool. Station Neapel, Bd. VII, p. 301—337, t. 4, 5.

Drüner, 1903. Ueber die Muskulatur des Visceralskelettes der Urodelen. — Anat. Anz. Bd. XXIII, p. 545—571, 16 figg.

—— 1904. Ueber die Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Mittelohres beim Menschen und bei der Maus. — Anat. Anz. Bd. XXIV, p. 257—289, 20 figg.

Edgeworth, F. H. 1902. The development of the head muscles in Scyllium canicula. — Journ. Anat. Phys. London Vol. 37, p. 73—88, t. 4—10.

Emery, C. 1897. Sulla morfologia degli Acanthodidae. — Riv. Ital. Pal. 4 p., fig. (Zitiert nach Zool. Jahresbericht).

Fritsch, G. 1890. Die elektrischen Fische nach neuen Untersuchungen anatomisch-zoologisch dargestellt. VI. Die Torpedinen. Leipzig. Fol., 146 p., 20 tabb.

Fürbringer, K. 1903. Beiträge zur Kenntnis des Visceralskelets der Selachier. — Morph. Jahrb. Bd. 31, p. 360—445, t. XVI—XVIII.

—— 1904. Beiträge zur Morphologie des Skelets der Dipnoer nebst Bemerkungen über Pleuracanthiden, Holocephalen und Squaliden. — Denkschr. Nat. Ges. Jena. Bd. 4, p. 423—510, 38 figg., t. 37—41.

Fürbringer, M. 1888. Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane. II. Allgemeiner Teil. Amsterdam. p. 837—1751.

—— 1900. Zur vergleichenden Anatomie des Brustschulterapparates und der Schultermuskeln.

IV Teil. — Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 34, p. 215—718, t. XIII—XVII, 141 textf.

Garman, S. 1885. Chlamydoselachus anguineus Garm. — A living species of Cladodont shark. — Bull. of the Museum of Comp. Zoölogy at Harward College, Cambridge. Vol. XII, N:o 1. 35 p., 20 t.

Gegenbaur, C. 1871. Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur „Wirbeltheorie" des Schädels. — Jenaische Zeitschr. Bd. VI. p. 497—559, t. XIII.

—— 1872. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 3. Heft. Leipzig. 4:o, 316 p., 22 t.

—— 1898. Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen. Bd. I. Leipzig. 8:o, 978 p., 619 figg.

Günther, A. 1870. Catalogue of Fishes in the British Museum. Vol. VIII. London. 8:o. 549 p.

—— 1887. Report on the Deep-Sea Fishes collected by H. M. S. Challenger during the Years 1873—76. — Report scient. results ... Challenger ... Zoology Vol. XXII. 1887. LXV +33 p., 73 t.

Harman, N. B. 1899. The Palpebral and Oculomotor Apparatus in Fishes. Observations on Morphology and Development. — Journ. Anat. Phys. London. Vol. 34, N. S. Vol. 14, p. 1—40, t. 1—6.

Haswell, W. A. 1885. Studies on the Elasmobranch Skeleton. — Proc. of the Linn. Soc. of New South Wales. Vol. IX, for the year 1884, p. 71—119, t. I, II.

Hawkes, Mrs O. A. M. 1907. The Cranial and Spinal Nerves of Chlamydoselachus anguineus (Gar.). — Proceedings of the Zool. Soc. of London. 1906, p. 959—991, t. LXVIII & LXIX, Textf. 140, 141.

Helbing, H. 1904. Beiträge zur Anatomie und Systematik der Laemargiden. — Nova acta. Abh. d. K. Leop. Carol. D. Akad. d. Naturf. Halle, Bd. LXXXII, N:o 4, p. 335—524, 2 t., 42 textf.

Hoffman, C. K. 1896. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Selachii. — Morph. Jahrb. Bd. 24, p. 209—286, t. II—V.

Huxley, T. H. 1876. Contributions to Morphology. Ichthyopsida. — No. 1. On Ceratodus forsteri, with Observations on the Classification of Fishes. — Proc. Zool. Soc. London. p. 24—59, figg.

Jackson, H. and W. Br. Clarke. 1876. The Brain and Cranial Nerves of Echinorhinus spinosus with notes of other Viscera. — Journ. Anat. and Phys. X. p. 75—112, t. VII.

Jaekel, O. 1890,1. Ueber die Kiemenstellung und die Systematik der Selachier. — Sitz.-ber. der Ges. naturf. Freunde zu Berlin. p. 47—57, 3 f.

—— 1890,2 Ueber die systematische Stellung und über fossile Reste der Gattung Pristiophorus. — Zeitschr. d. D. geolog. Gesellschaft. Bd. 42, p. 86—120, t. II—V.

—— 1894. Die eocänen Selachier vom Monte Bolca. Ein Beitrag zur Morphogenie der Wirbelthiere. Berlin. 8:o, 176 p., 8. t.

—— 1895. Ueber die Organisation der Pleuracanthiden. — Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. p. 69—85, 2 f.

——— 1898. Über die verschiedenen Rochentypen. — Sitz.-ber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin, p. 44—53.

——— 1899,1. Ueber die primäre Zusammensetzung des Kieferbogens und Schultergürtels. — Verh. d. Deutschen Zool. Ges. 1899, p. 249—258.

——— 1899,2 Zusammensetzung des Kiefers und Schultergürtels von Acanthodes. — Zeitschr. d. D. geolog. Ges. Bd. 51, p. *56—60* (Sep. 4 p.), 2 f.

Jaquet, M. 1900. Contribution à l'anatomie comparée des systèmes squelettaire et musculaire de Chimaera Collei, Callorhynchus antarcticus, Spinax niger, Protopterus annectens, Ceratodus forsteri et Axolotl. — Arch. Sc. méd. Bucarest. p. 60—89. t. I—VI.

Jordan, D. S. & Evermann, B. W. 1896. The Fishes of North and Middle-America: a descriptive catalogue of the species of Fish-like Vertebrates found in the waters of North-America north of the Isthmus of Panama. Part. I. — Bull. U. S. Nat. Mus. N:o 47, LX + 1240 pp.

Koken, 1889. [Über Pleuracanthus Ag. oder Xenacanthus Beyr.] — Sitz. ber. Ges. naturf. Freunde Berlin. p. 77—94.

Leuckart, R. 1876. Organologie des Auges in: Graefe-Saemisch. Handbuch der gesammten Augenheilkunde. II. Band. Leipzig, 8:o, p. 145–301.

Marion, G. E. 1905. Mandibular and Pharyngeal Muscles of Acanthias and Raja. — Amer. Naturalist. Vol. 39, p. 891—920. (auch in: Tuft College Studies Vol. II, N:o 1, 34 p.).

Marshall, A. M. and W. B. Spencer. 1881. Observations on the cranial Nerves of Scyllium. — Quart. Journ. Micr. Sc. XXI, (N. S.), p. 469—499, t. XXVII.

Mehnert, E. 1897. Kainogenese, eine gesetzmässige Abänderung der embryonalen Entfaltung in Folge von erblicher Uebertragung in der Phylogenese erworbener Eigenthümlichkeiten. — Morphologische Arb. herausg. v. Schwalbe. Bd. VII. p. 1—156, t. I—III, 21 f.

Müller, Joh. 1845. Untersuchungen über die Eingeweide der Fische, Schluss der vergleichenden Anatomie der Myxinoiden. — Abhandlungen der K. Akad. d. Wissensch. Berlin (1843), p. 109—170, t. I—V.

Owen, R. 1866. On the Anatomy of Vertebrates. I. Fishes and Reptiles. London. 8:o, 650 p., 452 f.

Pappenheim, P. 1905. Zur biologischen Bedeutung der Säge bei den sogen. Sägefischen (Pristiophorus M. H. und Pristis Lath.). — Sitz.-Ber. d. Gesellsch. Naturf. Freunde zu Berlin. Jahrg. 1905, p. 97—102.

Pollard, H. B. 1894. The Cirrhostomial Origin of the Head in Vertebrates. Preliminary notice. — Anat. Anz. Bd. IX, p. 349—359.

——— 1895. Über Labialknorpel. — Verh. d. D. Anat. Ges. zu Basel 1895. p. 232—235.

Rand, H. W. 1907. The Functions of the Spiracle of the Skate. — The American Naturalist. Vol. XLI, N:o 485, p. 287–302.

Regan, C. Tate, 1906. A Classification of the Selachian Fishes. — Proceedings of the Zool. Soc. of London 1906, p. 722–758.

Reis, O. M. 1896. Ueber Acanthodes Bronni Agassiz. — Morphologische Arbeiten herausg. v. G. Schwalbe Bd. VI, p. 143—220, t. VI—VII, 3 Textf.

Ridewood, W. G. 1899. On the Eyelid-muscles of the Carchariidae and Scyllium. A Contribution to the morphology of the nictitating membrane of Sharks. — Journ. Anat. Phys. London. Vol. 33. p. 228—242, 7 figg.

Ruge, G. 1896. Ueber das peripherische Gebiet des Nervus facialis bei Wirbelthieren. — Festschr. Gegenbaur Bd. III. Leipzig. 1897, p. 193—348, 76 figg.

Sagemehl, M. 1885. Fische, in: Bronn, Klassen u. Ordnungen des Tier-Reichs. Bd. VI, Abt. I, 4. Lief., p. 97—112, t. XI—XII.

Schneider, A. 1879. Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin. 4:o.

Sewertzoff, A. N. 1899. Die Entwicklung des Selachierschädels; Ein Beitrag zur Theorie der correlativen Entwickelung. — Festschrift für Kupffer. Jena. p. 281—320, 4 figg. t. 29—31.

Stannius, H. 1849. Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht. Rectorats-Programm. Rostock. 4:o, 156 p., 5 t.

Stromer, Ernst 1905. Die Fischreste des mittleren und oberen Eocäns von Ägypten. — Beiträge z. Paläontologie u. Geologie Österreich-Ungarns u. d. Orients. Bd. 18, p. 37—58, 163—192, t. V—VI u. XV—XVI.

Tiesing, B. 1896. Ein Beitrag zur Kenntnis der Augen- Kiefer- und Kiemenmuskulatur der Haie und Rochen. — Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 30, p. 75—126, t. V—VII.

Trapp, H. A. 1836. Symbolae ad anatomiam et physiologiam organorum bulbum adjuvantium et praecipue membranae nictitantis. Diss. inaug. med. Turici 1836.

Vetter, B. 1874. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefermusculatur der Fische. Jenaische Zeitschr. Bd. VIII, 405— 458, t. XIV—XV.

—— 1878. II. Theil. Ibid. XII, p. 431—550, t. XII—XIV.

Waite, Edgar R. 1899. Stegostoma tigrinum Gmel. An Addition to the Fauna of New South Wales. — Records Austral. Museum. Vol. 3, p. 133—134.

van Wijhe, J. W. 1882. Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes. — Verhandelingen d. kon. Akademie van Wetenschappen Amsterdam. Deel 22, 1883, 50 p., 5 t.

Woodward, A. Smith 1888. On some Remains of the Extinct Selachian Asteracanthus from the Oxford Clay of Peterborough preserved in the Collection of Alfred N. Leeds, Esq., of Eyebury. — Ann. Mag. of Nat. Hist. (6), vol. II, p. 336—342, t. XII.

—— 1889. Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum (Natural History). Part I. Elasmobranchii. London. 8:o, XXXIII + 474 pp., woodcuts, 17 t.

—— 1904. On the Jaws of Ptychodus from the Chalk. — Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 60, p. 133—136, 1 t., 1 f.

—— 1897. Das Skelet der Pleuracanthiden und ihre systematischen Beziehungen. — Abh. Senckenberg. Ges. Frankfurt. 20. Bd. p. 55—155, tab.

Inhaltsübersicht.

Einleitung S. 3.

Plan und Zweck der Arbeit S. 3. Material. S 6. Terminologie der Kiefer S. 6.

Allgemeiner Teil. S. 7.

Kap. I. Constrictor I dorsalis *(C_1d).*

A. Der Muskel als Ganzes S. 7.

Korrelation zwischen weiter Mundspalte und einheitlichem C_1d. S. 8. Überlagerungsverhältnisse von C_1d und C_2d S. 9. Spaltung des C_1d in M. spiracularis und Levator palatoquadrati. S. 11. Spaltung wahrscheinlich polyphyletisch entstanden S. 12.

B. M. spiracularis.

Spritzlochklappe bei *Cyclospondyli* und *Batoidei* S. 12. Sukzessive Ausbreitung des M. bei den *Batoidei* S. 13. Tiefe Portion bei den Torpediniden und Centrobatoiden S. 14. *Alopias* S. 15. *Heterodontus* S. 15. *Chiloscyllium* S. 16.

C. Lid- und Spritzlochmuskulatur der Scylliorhiniden und Carchariiden.

Litteratur S. 16. *Pristiurus* S. 17. *Scylliorhinus* S. 19. Vergleich von *Mustelus* mit *Pristiurus* und *Scylliorhinus* S. 20. Stärkeres Hervortreten und schliessliches Dominieren des Nickhautmuskels bei den Carchariiden; Reduktion der übrigen Differenzierungen S. 23. *Sphyrna* S. 25. Erste Entstehung der Lidmuskeln S. 27. Rückblick S. 28.

D. Levator palatoquadrati.

Squaliden S. 30. Verschiebungen und Beziehungen zur dorsalen Mundschleimhaut bei Rochen S. 30. Längenzunahme bei *Mitsukurina* S. 32. *Heterodontus* S. 33. *Chiloscyllium* S. 33. Scylliorhiniden S. 33. Caudalwärtsrücken der Insertion und starke Entfaltung bei den Carchariiden S. 34. Abhängigkeit der Insertionsstelle vom Vorhandensein oder Fehlen der Palatobasalverbindung bez. von deren Beschaffenheit S. 35.

Kap. II. M. praeorbitalis.

Veränderter Name; (Synonyme) S. 36. Astrospondyli: Scylliorhinidae und Carchariidae S. 36. Starke Entfaltung bei *Heterodontus* und *Chiloscyllium* im Konnex mit der Lage und geringen Grösse des Mundes S. 38. Reduktion bei Formen mit weiter Mundspalte:

Lamniden, *Chlamydoselache, Echinorhinus*, Notidaniden S. 39. Weite Mundspalte nicht primitiv S. 41. Ventraler Ursprung bei Squaliden S. 42. Zweibäuchige Formen bei Squaliden S. 42. Abhängigkeit von der Entfaltung des Auges S. 44. Hohe Ausbildung bei *Pristiophorus* als Folge veränderter Kieferstellung S. 45. Rochen S. 45. Rückblick und Zusammenfassung S. 47.

Kap. III. M. adductor mandibulae.

A. Haie.

Synonyme S. 49. *Chlamydoselache* S. 50. Einfache Gestalt bei den meisten Astrospondyli S. 50. Komplikation bei *Chiloscyllium* S. 51 und *Heterodontus* S. 52. Notidaniden S. 54. Squaliden S. 57. Add. γ bei den Squaliden und die ihm entstammende Lidmuskulatur S. 58. *Pristiophorus* S. 60. Bedeutung der Zwischensehne, ihre Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren S. 60. Add. γ und seine Zusammengehörigkeit mit dem Add. mandibulae S. 63.

B. Rochen.

Zerfall in drei Portionen S. 64. Add. mand. lateralis I und Add. mand. medialis bei den *Rhinoraji* S. 65. Add. mand. medialis bei den *Centrobati*, bei *Astrape* und *Torpedo* S. 66. Add. mand. lateralis I bei *Astrape* und den *Centrobati* S. 67. Add. mand. lateralis II S. 68. M. ethmoideo-parethmoidalis S. 70. M. ethmoideo-spiracularis von *Astrape* S. 71. Mm. parethmoideo-quadratus und ethmoideo-mandibularis von *Torpedo* S. 71. Vergleich des Add. mand. der Rochen mit demjenigen der Haie S. 73.

Kap. IV. M. intermandibularis *(C_1mv)*.

A. Haie.

Litteratur und Synonyme S. 74. Allgemeine Verbreitung mit Ausnahme der Diplospondyli S. 75. Ausdehnung des C_1mv S. 76. Raphe und Aponeurose S. 77. Kreuzung der Fasern im rostralen Teil bei Lamniden S. 79.

B. Rochen.

Litteratur S. 74. M. intermandibularis anterior (C_1mva) der *Rhinoraji* S. 80. M. intermandibularis posterior (C_1mvp) S. 80. C_1mv von *Trygon* S. 81. Derivate des C_1mv bei *Astrape* und bei *Torpedo* S. 81.

C_1mv ursprünglich allgemein vorhanden S. 82.

Kap. V. Nerven.

A. NV und NV_3.

Anstritt des N.V S. 82, Abspaltung des V_3 S. 83. Freier oder in den Add. mand. eingeschlossener Verlauf des V_3 S. 84. Einschliessung bei *Heterodontus* und *Chiloscyllium; Cyclospondyli* und *Batoidei* S. 84.

B. N. ad m. C_1d.

Ursprung S. 85. Laterale und mediale Äste S. 85.

C. Nn ad m. praeorbitalem.

Litteratur S. 87. Variable Zahl der Äste S. 87.

D. N. ad m. add. mandibulae.

Litteratur S. 88. Entstehung eines starken Hauptnerven aus proximaler Gruppe von Ästen S. 89. Rochen S. 89.

E. N. ad m. intermandibularem (C_1mv).

Verlauf S. 98. Anastomosen S. 91.

Kap. VI. Homodynamie der Muskulatur des Kieferbogens mit derjenigen der übrigen Visceralbogen.

Mono- oder Dimerie? S. 91. Anschluss von Muskulatur ursprünglich prämandibularer Segmente? (M. praeorbitalis nach Vetter u. A.; Add. γ nach Drüner) S. 92. Der Adductor mandibulae einem Adductor arc. visceral. oder einem Constrictor homodynam? S. 95. Deutung von Edgeworth's embryologischen Befunden S. 97.

Kap. VII. Wirkung der Kiefermuskulatur.

Versuche an frischem Material von *Galeus* S. 97. Protraktilität des Palatoquadratum bei *Squalus acanthias* als Beispiel einer Form mit stark entwickeltem Palatobasalfortsatz S. 100. Beweglichkeit des Kieferapparats bei Vorhandensein des Postorbitalgelenks (Notidaniden) S. 102. Rochen: *Torpedo*, *Trygon*, nach Versuchen an frischem Material S. 102.

Kap. VIII. Postorbital- und Palatobasalverbindung.

Aus der V-Muskulatur erwachsende Schwierigkeiten für die Deutung der Palatobasalverbindung als primitiv S. 105. Embryologische Argumente S. 106. Austritt des N. V

S. 106. Verbreitung der Postorbitalverbindung bei rezenten und fossilen Haien S. 107 Starke Entfaltung des Quadratteils bei Pleuracanthiden S. 108. 4-Teilung des Mandibularbogens von *Acanthodes* nach Jaekel S. 109. Bedeutung des Postorbitalfortsatzes S. 110. Proc. muscularis der Pars quadrata als angebliches Rudiment der ursprünglichen Postorbitalverbindung S. 111. Entstehung der Postorbitalverbindung durch sekundären Zusammenschluss von Postorbitalfortsatz und Quadratteil S. 112. Morphologische Bedeutung des Palatobasalfortsatzes S. 112.

Kap. IV. Verschiebungen des Kieferapparates und seine Beziehungen zur Gestalt des Kopfes und der Lebensweise.

Heterodontus und *Chiloscyllium* S. 113. Kampf der Organe um die Körperspitze S. 114. Caudalwärtsverdrängung des Kieferapparats S. 114. Beziehungen zum Rostrum S 114. *Mitsukurina*; Sägefische; Rochen S. 115.

Spezieller Teil.

Kap. X. Einzelbeschreibungen.

Ordo Diplospondyli.

Fam. **Chlamydoselachidae.**

Chlamydoselache anguinea Garman. S. 116.

Fam. **Hexanchidae** (= Notidanidae).

Hexanchus griseus (Gmelin). S. 118.

Heptanchus cinereus (Gmelin). S. 118.

Ordo Asterospondyli.

Fam. **Lamnidae** (incl. Odontaspididae und Alopiidae).

Odontaspis americanus (Mitch.). S. 118.

Mitsukurina owstoni Jordan. S. 119.

Lamna (Isuropsis) glauca Müll. & Henle. S. 121.

Alopias vulpes (Gmelin). S. 121.

Fam. **Scylliorhinidae.**

Pristiurus melanostomus (Blainv.). S. 122.

Pristiurus sp. 2. S. 123.

Pristiurus sp. 3 (n. gen.?). S. 123.

Pr. xaniurus (Gilbert). (= *Catulus xaniurus* Gilb.). S. 123.
Scylliorhinus stellare (L.). S. 123.
Sc. bürgeri (Müll. & Henle). S. 124.
Sc. (Cephaloscyllium) umbratile Jord. & Fowler. S. 124.
Sc. canicula (L.). S 124.

Fam. **Carcharidae.**

Mustelus vulgaris Müll. & Henle. S. 125.
Triakis scyllium Müll. & Henle. S. 126.
Galeus galeus (L.). S. 126.
Carcharias (Scoliodon) sp. Embryo. S. 126.
C. (Prionodon) glaucus (L.). Embryo. S. 127.
Sphyrna zygaena L. S. 127.
Sph. blochii Cuv. S. 128.

Fam. **Orectolobidae.**

Chiloscyllium punctatum Müll. & Henle. S. 128.
[*Stegostoma tigrinum* Gmelin. S. 113 Anm.].

Fam. **Heterodontidae.**

Heterodontus phillippii Bl. Schn. S. 129.
H. japonicus (Duméril). S. 130.

Ordo Cyclospondyli.

Fam. **Squalidae.**

Echinorhinus spinosus (Gmelin). S. 130.
Centrina centrina L. S. 131.
Somniosus microcephalus Bl. Schn. (= *Laemargus borealis* Müll. & Henle). S. 132.
Scymnorhinus (= Scymnus) lichia (Cuv.). S. 133.
Centroscymnus sp. S. 134.
Centrophorus granulosus Bl. Schn. S. 135
Deania eglantina (Jord. & Snyder). S. 135.
Squalus acanthias L. (= *Acanthias vulgaris* Autt.). S. 136.
S. blainvillei (Risso). S. 137.
Centroscyllium ritteri Jordan & Fowler. S. 137.
Etmopterus spinax (L.). S. 138.
E. lucifer Jord. & Snyder. S. 138.

Fam. **Pristiophoridae.**

Pristiophorus sp. S. 139.

Fam. **Squatinidae.**

Squatina squatina (L.). S. 140.

Ordo Batoidei.

Fam. **Pristidae.**

Pristis zysron Bleeker. S. 141.

Fam. **Rhinobatidae.**

Rhinobatus (*leucorhynchus* Günther?). S. 143.

Rhynchobatus djiddensis Forsk. S. 143.

Fam. **Rajidae.**

Raja clavata L. S. 144.

R. oxyrhynchus L. S. 144.

Fam. **Torpedinidae.**

Astrape japonica Schleg. S. 145.

Torpedo marmorata Risso. S. 146.

T. narce (Nardo) Risso (= *T. ocellata* Rud.). S. 147.

Fam. **Trygonidae.**

Trygon pastinaca (L.). S. 148.

Fam. **Myliobatidae.**

Myliobatis aquila (L.). S. 149.

M. tobijaei Bleeker. S. 152.

Kap. XI. Phylogenetische Folgerungen.

A. Diplospondyli. S. 153

B. Asterospondyli.

1. *Lamnidae*. S. 154.
2. *Scylliorhinidae* und *Carchariidae*. S. 154.
3. *Chiloscyllium*. S. 155.
4. *Heterodontus*. S. 155.

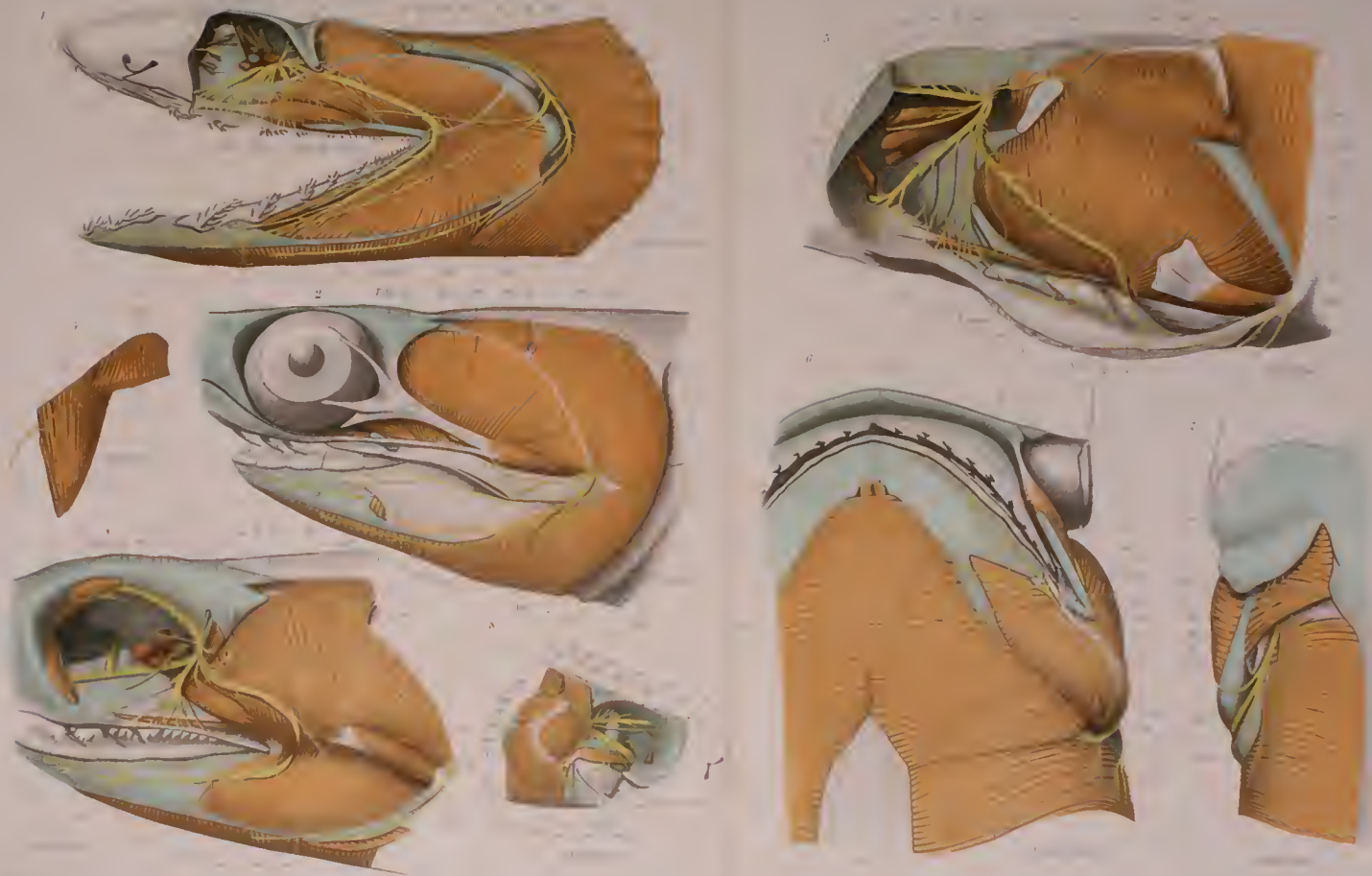
C. Cyclospondyli. S. 156.

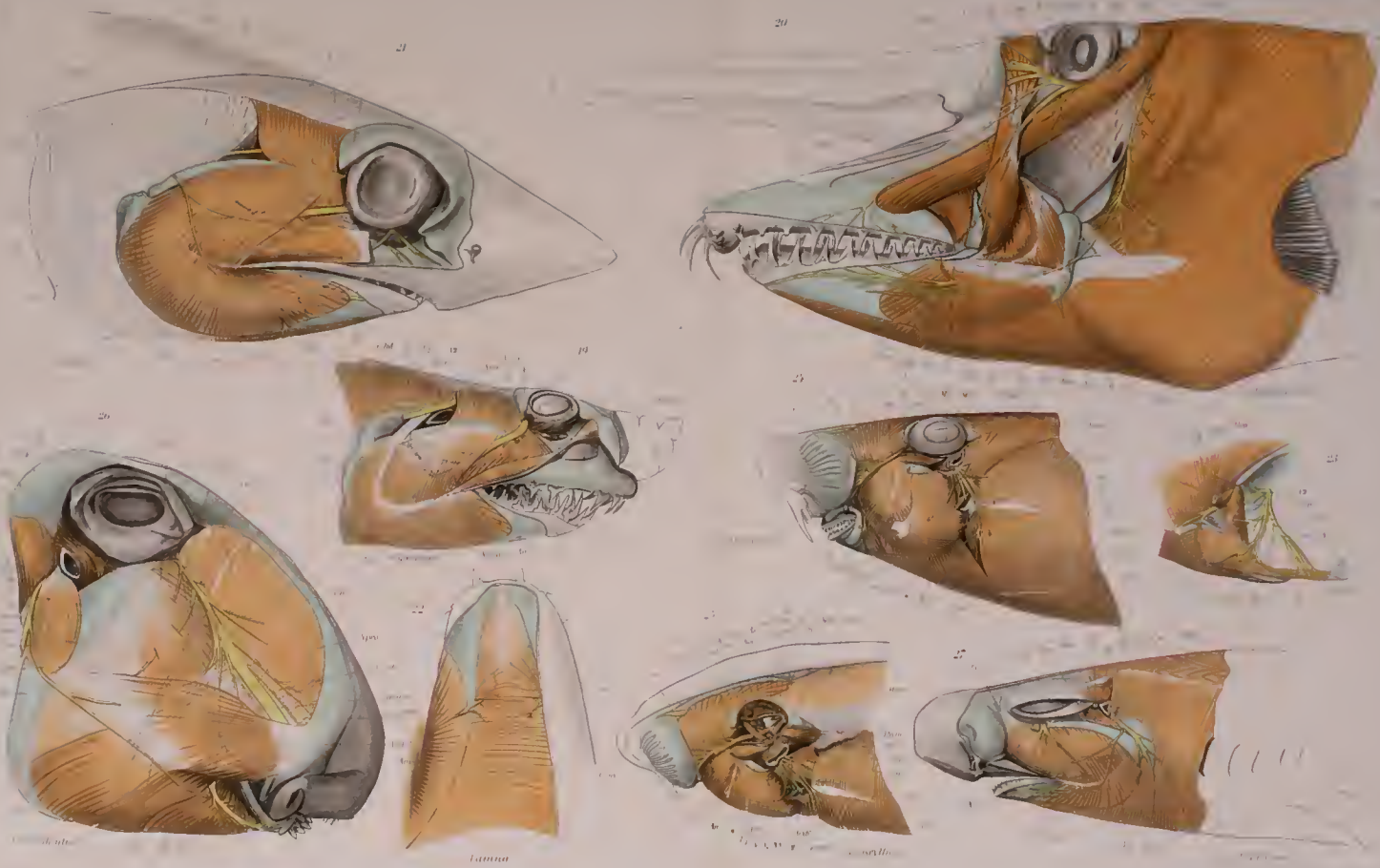
1. *Echinorhinus*. S. 156.
2. Squaliden nach Ausschluss von *Echinorhinus*. S. 156.
3. *Pristiophorus*. S. 157.
4. *Squatina*. S. 157.

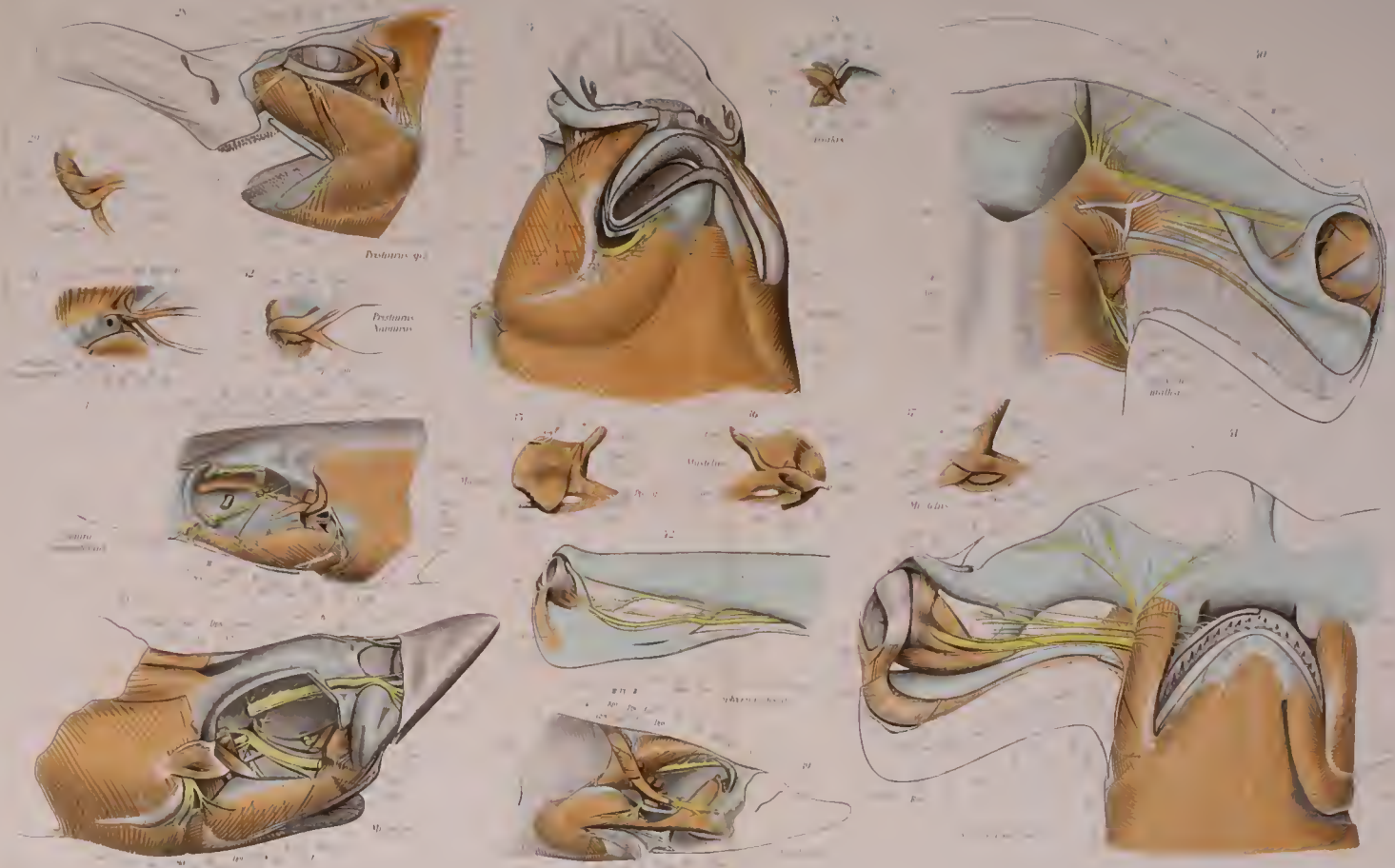
D. Batoidei. S. 158.

Tafelerklärung. S 161.

Litteraturverzeichnis. S. 166.






Prestiurus sp.
Prestiurus Naviurus
Mustelus